



Bundesamt für Verkehr

Benchmarking öV Schweiz (BMCH)

1.0

20. Juli 2021

Bericht-Nr. 2061.252-01

Begleitgruppe

Name	Organisation
Michel Jampen	BAV
Thusheepan Thevarajah	BAV
Chantal Locher	BAV
Hans Ruedi Rihs	Kanton Aargau
Yves Gaillard	ZVV
Martin Kindler	Kanton Bern
Silvan Egli	Kanton St. Gallen

Projektleitung und Sachbearbeitung

Name	E-Mail	Telefon
Dieter Egger	dieter.egger@rapp.ch	058 595 72 34
Paolo Todesco	paolo.todesco@rapp.ch	058 595 72 33
Gianni Moreni	gianni.moreni@rapp.ch	058 595 72 42

in Zusammenarbeit mit Zurich Data Scientists

Name	E-Mail
Matteo Tanadini	matteo.tanadini@zurich-data-scientists.ch

Zusammenfassung

Das nationale Benchmark-Instrument (BMCH) erlaubt einen einfachen, aber dennoch differenzierten Kostenvergleich der von den Transportunternehmen in der Schweiz erbrachten Bus- und Bahnleistungen des öffentlichen Verkehrs. Es ist anwendbar für 'reguläre' Dieselbus- und Bahn-Linien; Elektrobus-, Trolleybus- oder Tramlinien können nicht beurteilt werden.

Die Analyse erfolgt für Bahn und Bus separat, aber mit einer einheitlichen Methodik. Nicht beurteilt wird die Ertragskraft (mangelnde Vergleichbarkeit).

Die Beurteilung basiert auf den (vorgängig teilweise harmonisierten) Produktionskosten pro Kilometer jeder Linie. Da sich die Produktionsbedingungen jeder Linie (Fahrplan, Angebot, Nachfrage etc.) unterscheiden, können die Kilometerkosten nicht direkt miteinander verglichen werden. Für einen differenzierten Vergleich wird deshalb für jede Linie mit einem Kostenmodell ein linienspezifischer Kosten-Benchmark berechnet, welcher die wichtigsten kostenrelevanten und von den Transportunternehmen kaum beeinflussbaren Produktionsbedingungen berücksichtigt. Indem statt der Kilometerkosten jeder Linie die Abweichung von diesem Benchmark analysiert wird, kann der Einfluss der linienspezifischen Rahmenbedingungen zu einem grossen Teil egalisiert werden. Als kostenrelevante Produktionsbedingungen berücksichtigt werden Umlaufgeschwindigkeit (inkl. Wendezeiten), Fahrplan-effizienz, Gefässgrösse, Nachfrage (Einsteiger/km, Linienbelastung) und Linienvolumen jeder Linie, für die Bahnlinien zusätzlich Zugbegleitung und Traktion (Zahnrad).

Die Identifikation dieser Faktoren und ihres (direkten oder indirekten) Einflusses auf die Produktionskosten erfolgte empirisch mittels Daten von 1'160 Buslinien (Orts- und Regionalverkehr) und 234 Bahnlinien (Normal- und Schmalspur) aus der ganzen Schweiz. Die Daten (Indikatoren RPV) dazu wurden von den Transportunternehmen ermittelt.

Auch wenn die Analyse grundsätzlich pro Linie erfolgt, werden die Ergebnisse für eine zuverlässigere Gesamtbeurteilung zu Linienbündeln (Transportunternehmen, Region) zusammengefasst. Da die Methodik nicht alle Unterschiede in den Produktionsbedingungen berücksichtigt, müssen die Ergebnisse entsprechend interpretiert werden.

Zur effizienten Anwendung in der Praxis durch BAV und Kantone stehen je eine Anwendung auf Excel-Basis für Bus und Bahn zur Verfügung.

Das Benchmark-Instrument zeigt den Bestellern, bei welchen Linienbündeln bzw. Transportunternehmen potentiell Handlungsbedarf zur Effizienzsteigerung besteht; es stärkt die Verhandlungsposition der Besteller in den Offertgesprächen und liefert objektive Grundlagen für die Festlegung von konkreten Zielen im Rahmen von Zielvereinbarungen und für die Ausschreibungsplanung. Daneben liefert die Analyse Hinweise zur Optimierung der Produktionsbedingungen durch Besteller und Transportunternehmen.

Den Transportunternehmen ermöglicht das Benchmark-Instrument eine Standortbestimmung im Sinne eines möglichst fairen Vergleichs der eigenen Kosten mit denjenigen anderer Unternehmen; es fördert insofern auch den (virtuellen) Wettbewerb innerhalb der Branche.

Eine Weiterentwicklung des Instruments ist in rund 5 Jahren angezeigt. Bis dann sollen die Datenbasis weiter verbreitert und das Qualitätsmesssystem im RPV (QMS RPV) integriert werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage und Zielsetzung	1
2	Vorabklärungen	2
2.1	Erfahrungen mit dem Benchmarking-Instrument der Kantone	2
2.2	Erkenntnisse für das nationale Benchmarking-Instrument	2
3	Anforderungen, Vorgehen und Rahmenbedingungen	4
3.1	Anforderungen	4
3.2	Vorgehen	4
3.3	Rahmenbedingungen	5
4	Benchmarking Busverkehr	6
4.1	Datengrundlage	6
4.1.1	Verfügbare Daten	6
4.1.2	Plausibilisierung und Datenbereinigung	6
4.1.3	Teilharmonisierung der bereinigten Kosten	6
4.2	Modellbildung	8
4.2.1	Graphische Analyse	8
4.2.2	Ermittlung Kostenmodell	9
4.2.3	Gültigkeitsbereich	13
5	Benchmarking Bahnverkehr	17
5.1	Datengrundlage	17
5.1.1	Verfügbare Daten	17
5.1.2	Plausibilisierung und Datenbereinigung	17
5.1.3	Teilharmonisierung der bereinigten Kosten	18
5.2	Modellbildung	20
5.2.1	Graphische Analyse	20
5.2.2	Ermittlung Kostenmodell	21
5.2.3	Gültigkeitsbereich	23
6	Anwendung, Interpretation und Grenzen der Methode	26
6.1	Anwendung	26
6.2	Festlegung des Benchmarks	28
6.3	Interpretation und Grenzen der Methode	29
6.4	Fragen und Antworten zur Methodik der Kostenanalyse (FAQ)	31
7	Datenpflege, Aktualisierung und Weiterentwicklung	33
7.1	Datenpflege	33
7.2	Aktualisierung	34
7.2.1	Vergleichsdaten und Benchmark	34
7.2.2	Kostenmodelle	34
7.3	Weiterentwicklung	34
8	Vertiefender Benchmark	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiel Kostenvergleich	27
Tabelle 2: Kostenpositionen und Kennzahlen Busverkehr	39
Tabelle 3: RPV-Indikatoren Buslinien, Qualität/Aussagekraft und Erhebungsaufwand.....	50
Tabelle 4: RPV-Indikatoren Bahnlinien, Aussagekraft und Erhebungsaufwand.....	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Struktur der Vollkosten einer durchschnittlichen Buslinie	7
Abbildung 2: Verteilung der für die Modellbildung Bus verwendeten Kennzahlen.....	16
Abbildung 3: Struktur der Vollkosten einer durchschnittlichen Bahnlinie	18
Abbildung 4: Struktur der teilharmonisierten Kosten einer durchschnittlichen Bahnlinie	19
Abbildung 5: Verteilung der für die Modellbildung Bahn verwendeten Kennzahlen.....	25
Abbildung 6: Vorgehen in drei Phasen mit zweistufiger Harmonisierung der Daten	26
Abbildung 7: Kostenmodell und Benchmark	28

Anhänge

Anhang 1: Datengrundlage Bus- und Bahnverkehr
Anhang 2: RPV-Indikatoren: Ergebnisse der Befragung
Anhang 3: Kurzbeschreibung Methodik BMCH
Anhang 4: Übersetzung Abbildungen

1 Ausgangslage und Zielsetzung

Bund und Kantone bestellen, neben Seilbahn- und Schiffsverbindungen, bei über 100 Transportunternehmen (TU) Transportleistungen von rund 1'400 Linien des abteilungsberechtigten regionalen Personenverkehrs (RPV) auf der Schiene und der Strasse mit einem Abteilungsvolumen von rund 2 Mia. Franken pro Jahr. Darüber hinaus bestellen Kantone und/oder Gemeinden ohne Bundesbeteiligung weitere Angebote des sog. bestellten Personenverkehrs (Ortsverkehr, Linien ohne Erschliessungsfunktion etc.).

Seit gut 10 Jahren liefern die TU im RPV mit ihren Offerten ein vom BAV zusammen mit den TU und den Kantonen definiertes Set von Indikatoren bzw. Kennzahlen (sog. Indikatoren RPV, vgl. Anhang 1) für die Plan- bzw. Ist-Rechnung jeder Linie, welches eine bessere und einheitliche Prüfung der Offerten ermöglichen soll. Das Kennzahlen-System allein erlaubt jedoch keinen differenzierten Kostenvergleich der Linien, da die Indikatoren untereinander nicht verknüpft werden.¹

In den Jahren 2012 – 2015 hat Rapp Trans im Auftrag der Kantone BE, AG, SG, TG und des Verkehrsverbundes Luzern dazu ein Benchmarking-Instrument für Bus und Bahn entwickelt.

Mit der im Zuge der laufenden Revision des Personenbeförderungsgesetzes (Reform RPV) geplanten Stärkung des Instruments der Zielvereinbarungen wird der Bedarf nach einer Beurteilung der Kosten der Transportleistungen im RPV weiter zunehmen. Das BAV möchte daher in Zusammenarbeit mit den Kantonen ein Schweizweites Benchmarking basierend auf finanziellen und leistungsbezogenen Kennzahlen für den RPV und für den gesamten bestellten Personenverkehr einführen.

Dieses nationale Benchmarking soll einen differenzierten und fairen Vergleich der Kosten von Linienbündeln bzw. TU ermöglichen, indem es deren unterschiedliche Produktionsbedingungen und Leistungsumfänge berücksichtigt. Damit wird eine verlässliche und objektive Grundlage geschaffen, um die Effizienz der Leistungserbringung besser beurteilen zu können, mit dem Ziel

- Kostensenkungspotentiale und entsprechenden Handlungsbedarf zu erkennen
- Anreize zur Optimierung des Angebotes zu schaffen (für Besteller und TU)
- die Verhandlungsposition der Besteller im regulären Bestellverfahren zu stärken
- Zielwerte für Zielvereinbarungen festzulegen
- begründete Ausschreibungsplanungen gemäss Personenbeförderungsgesetz zu erstellen
- den indirekten (virtuellen) Wettbewerb innerhalb der Branche zu fördern.

¹ So ist aus den Kennzahlen zwar ersichtlich, dass eine Buslinie mit überdurchschnittlich grossen Fahrzeugen betrieben wird, es bleibt jedoch unklar, in welchem Ausmass dies höhere Kilometerkosten rechtfertigt.

2 Vorabklärungen

Die RPV-Indikatoren des BAV (vgl. Anhang 1) und die bisherigen Benchmarking-Instrumente der Kantone bzw. die Erfahrungen der Besteller und der TU damit sind eine wichtige Grundlage zur Erstellung des nationalen Benchmarking-Instruments. Die Erkenntnisse bezüglich der RPV-Indikatoren dienen zusätzlich einer künftigen Ergänzung / Überarbeitung des Indikatorensets.

Die Erfahrungen der Besteller und der TU wurden mittels eines elektronischen Fragebogens im Herbst 2020 erfasst. 7 Besteller, welche die vorhandenen Benchmarking-Instrumente einsetzen sowie 9 vom BAV ausgewählte TU haben an der Befragung teilgenommen, darunter SBB und PAG.² Die Ergebnisse zu den RPV-Indikatoren befinden sich im Anhang 2. Die Erfahrungen mit dem bisherigen Benchmarking-Instrument sind nachfolgend zusammengefasst.

2.1 Erfahrungen mit dem Benchmarking-Instrument der Kantone

Die befragten Besteller nutzen das bestehende Benchmarking-Instrument regelmässig, insbesondere im Busbereich. Sie schätzen die Akzeptanz des Instruments als «eher gross» ein (5 von 7 Antworten), aber mit einer grossen Spannweite. Einige Besteller sind der Ansicht, dass die Akzeptanz mit der Zeit zugenommen habe, während andere diese Einschätzung nicht teilen.

Die TU anerkennen die Objektivität des Instruments und schätzen, dass keine zusätzlichen Daten zu erheben sind. Das Benchmarking-Instrument vereinfache die Verhandlungen mit den Bestellern. Positiv betonen die TU unternehmerische Freiheit, weil das Benchmarking-Instrument nicht vorgibt, wo gespart werden kann / soll.

Hauptkritikpunkt der TU ist die fehlende Transparenz. Das Kostenmodell wird nicht offengelegt. Das Benchmarking-Instrument wird als «Black-Box» wahrgenommen.

Als fehlende Aspekte / Bestandteile des Benchmarking-Instruments haben die Befragten folgende Themen erwähnt:

- Berücksichtigung von Systemleistungen
- Berücksichtigung der unterschiedlichen Rahmenbedingungen in Stadt- und Landgebieten
- Alternative Antriebe (wird in Zukunft an Bedeutung gewinnen)
- Einfluss von Abschreibungsmethode und Beschaffungsstrategie des Rollmaterials im Bahnbereich.

2.2 Erkenntnisse für das nationale Benchmarking-Instrument

Die Ergebnisse der Befragung wurden an einer Sitzung mit dem Auftraggeber und mit der Begleitgruppe im Herbst 2020 diskutiert.

Im Hinblick auf die Kommunikation und die Akzeptanz ist es für die Befragten von Vorteil, wenn das nationale Benchmarking-Instrument methodisch am bestehenden Instrument der

² PostAuto betreibt etwa 55% aller Buslinien der Schweiz (im RPV), SBB 40% aller regionalen Bahnlinien.

Kantone anknüpft. Zudem sind Mehrjahresvergleiche zur Analyse des Entwicklungspfades einer TU erwünscht.

Die übrigen identifizierten Lücken bzw. Mängel bedingen alle eine Anpassung der RPV-Indikatoren bzw. die Berücksichtigung von weiteren Daten. In Anbetracht der terminlichen Vorgaben für die Erarbeitung dieses ersten nationalen Benchmarking-Instruments sowie der Datenverfügbarkeit wird darauf jedoch vorerst verzichtet. Das im Rahmen dieser Studie erarbeitete Benchmarking-Instrument ist damit als Prototyp zu sehen, welcher in Zukunft weiterentwickelt werden soll (vgl. Kapitel 7).

Bei der Weiterentwicklung der RPV-Indikatoren sind dabei insbesondere folgende Themen zu berücksichtigen:

- neue / andere Definition der Platz-km (insbesondere im Bahn-Bereich)
- Verbesserungen in der Definition / Erfassung der produktiven Stunden und der produktiven km
- alternative Antriebsformen.

3 Anforderungen, Vorgehen und Rahmenbedingungen

3.1 Anforderungen

Das neue Benchmark-Instrument soll eine Beurteilung der Kosten eines Bus- bzw. Bahnunternehmens im Vergleich mit anderen Bus- bzw. Bahnunternehmen in der Schweiz ermöglichen.

Für einen differenzierten und fairen Vergleich soll das Instrument unterschiedliche Rahmen- bzw. Produktionsbedingungen (z.B. unterschiedliche Anforderungen an Gefässgrösse infolge unterschiedlicher Nachfrage) berücksichtigen.

Das Benchmark-Instrument soll für die TU möglichst keinen Zusatzaufwand verursachen. Folglich basiert es ausschliesslich auf bei den Bestellern bereits vorhandenen Daten, namentlich den RPV-Kennzahlen aus den Offerten (Plan-Zahlen) oder Ist-Rechnungen (Ist-Zahlen).

Da die Ergebnisse der Analyse unter anderem als Grundlage für die Verhandlungen mit den TU dienen, müssen sie gut kommunizierbar und entsprechend aufbereitet sein.

Die Anwender sollen das Instrument möglichst eigenständig anwenden und flexible Auswertungen vornehmen können.

3.2 Vorgehen

Die Beurteilung der Kosten basiert grundsätzlich auf den Produktionskosten pro Kilometer jeder Linie.

Kern jedes Benchmarkings ist die Harmonisierung der Daten, damit diese überhaupt verglichen werden können. Diese erfolgt in 2 Stufen.

In einer ersten Stufe werden die Vollkosten soweit aufgrund der Datenlage möglich vorgängig und direkt harmonisiert (z.B. Abzug Vorsteuerkürzung, Infrastrukturbenützungsentgelt).

Da sich die Produktionsbedingungen jeder Linie (Fahrplan, Nachfrage etc.) unterscheiden, können auch diese teilharmonisierten Kilometerkosten nicht direkt miteinander verglichen werden. Für einen fairen Vergleich wird deshalb in einer zweiten Stufe für jede Linie mit einem sog. Kostenmodell ein linienspezifischer Kosten-Benchmark berechnet, welcher die wichtigsten kostenrelevanten und von den TU kaum beeinflussbaren Produktionsbedingungen berücksichtigt. Indem statt der Kilometerkosten jeder Linie die Abweichung von diesem Benchmark beurteilt wird, kann der Einfluss der linienspezifischen Rahmenbedingungen zu einem grossen Teil egalisiert („herausgerechnet“) werden.

Das Kostenmodell definiert den Einfluss der exogenen (=vom TU nicht beeinflussbaren) kostenrelevanten Produktionsbedingungen (erklärende Variablen) auf die teilharmonisierten Kosten (Zielgrösse). Es basiert zwar auf grundsätzlichen Überlegungen zu funktionalen Zusammenhängen (welches sind mögliche Kostentreiber und wieso?), wird aber in erster Linie empirisch aufgrund der von den TU gelieferten Indikatoren ermittelt.

Es wird für Bus und Bahn je ein separates Kostenmodell entwickelt, die zugrundeliegende Methodik ist aber dieselbe.

Die Modellbildung erfolgt mit statistischen Verfahren, wobei verschiedene Modelle auf ihren Erklärungsgehalt ("best fit") hin geprüft werden. Der Prozess der Modellbildung und seine Ergebnisse sind in den Kapiteln 4 (Bus) und 5 (Bahn) beschrieben.

Zur Beurteilung der Kosten eines TU werden die Ergebnisse der zugehörigen Linien zu Linienbündeln (TU, Region) zusammengefasst, wodurch das Ergebnis robuster wird, da der Einfluss von Ungenauigkeiten in Modell und Daten, insbesondere auch in der Zuschreibung von Kosten und Leistungsmengen auf die einzelnen Linien, abgemindert wird.

3.3 Rahmenbedingungen

Es werden ausschliesslich Bus- und Bahnlinien (Regional- und Ortsverkehr) betrachtet.

Linien mit einer der folgenden Eigenschaften werden als Sonderfälle definiert, welche nicht berücksichtigt werden, da sie sich in ihrer Kostenstruktur entweder grundsätzlich (Trolleybus, Tram, alternative Antriebe)³ oder im Einzelfall (Kleinstlinien, Nachtangebote etc.) von den übrigen, «normalen» Linien deutlich unterscheiden (können):

- Tramlinien
- Trolleybuslinien
- Linien mit alternativen Antrieben (z.B. Elektrobus)
- Buslinien mit weniger als 6 Kurspaaren
- Bahnlinien mit weniger als 4 Kurspaaren
- Nachtbusse
- reine Abendangebote
- saisonale oder Bedarfsangebote

³ Eine Berücksichtigung dieser Fälle im Kostenmodell (oder durch Schätzung eines separaten Kostenmodells) wäre prinzipiell möglich, es liegen aber noch zu wenig Daten vor.

4 Benchmarking Busverkehr

4.1 Datengrundlage

4.1.1 Verfügbare Daten

Für die Modellbildung im Busverkehr wurden die RPV-Daten aller Kantone vom BAV (Planzahlen 2020) sowie die Ortsverkehrsdaten der Kantone AG, BE, BL, LU, SG, SO, TG verwendet. Für die übrigen Kantone waren zum Projektstart keine aufbereiteten Ortsverkehrsdaten verfügbar. Betrachtet wurden insgesamt 1'220 Linien.

Folgende Kennzahlen sind pro Linie verfügbar bzw. können aus den Indikatoren RPV berechnet werden (vgl. dazu Anhang 1):⁴

- Vollkosten/km
- Umlaufgeschwindigkeit
- Fahrgeschwindigkeit
- Fahrplan-Effizienz
- Mittlere Fahrzeuggrösse
- Einsteiger/km
- Linienbelastung
- Auslastung

4.1.2 Plausibilisierung und Datenbereinigung

Die Daten wurden anhand von regelbasierten Konsistenztests (keine negativen Werte, Fahrplaneffizienz $\leq 100\%$), Erfahrungswerten sowie grafischen Analysen plausibilisiert und bereinigt.

Zusammen mit den in Kapitel 3.3 erwähnten Sonderfällen wurden insgesamt 59 Linien ausgeschlossen.⁵ Für die Modellbildung wurden somit 1'160 Linien verwendet, wovon 191 Ortsverkehrslinien.

4.1.3 Teilharmonisierung der bereinigten Kosten

Im nächsten Schritt wurden die bereinigten Daten teilweise harmonisiert, indem die Vorsteuerkürzung herausgerechnet wurde. Diese ist aus der Linienrechnung bzw. Offerte klar abgrenzbar und kann vom TU kaum beeinflusst werden. Wo sie aus den Daten nicht als absoluter Betrag vorlag, wurde die Vorsteuerkürzung mit dem aktuellen Pauschalsatz (3.4%) aus der Abgeltung (inkl. Abgeltungen Dritter) berechnet. Abbildung 1 zeigt exemplarisch die Struktur der bereinigten Vollkosten einer durchschnittlichen Buslinie und den (geringen) Anteil der Vorsteuerkürzung.

⁴ Die Beiwagen-Kilometer lagen nur für die RPV-Linien vor und konnten darum für die Modellbildung nicht verwendet werden.

⁵ 37 Linien mit <6 Kurspaaren, 13 Bedarfsangebote, 2 saisonale Linien, 1 Shuttle, 3 Linien mit unplausiblen Werten und 3 doppelte Linien

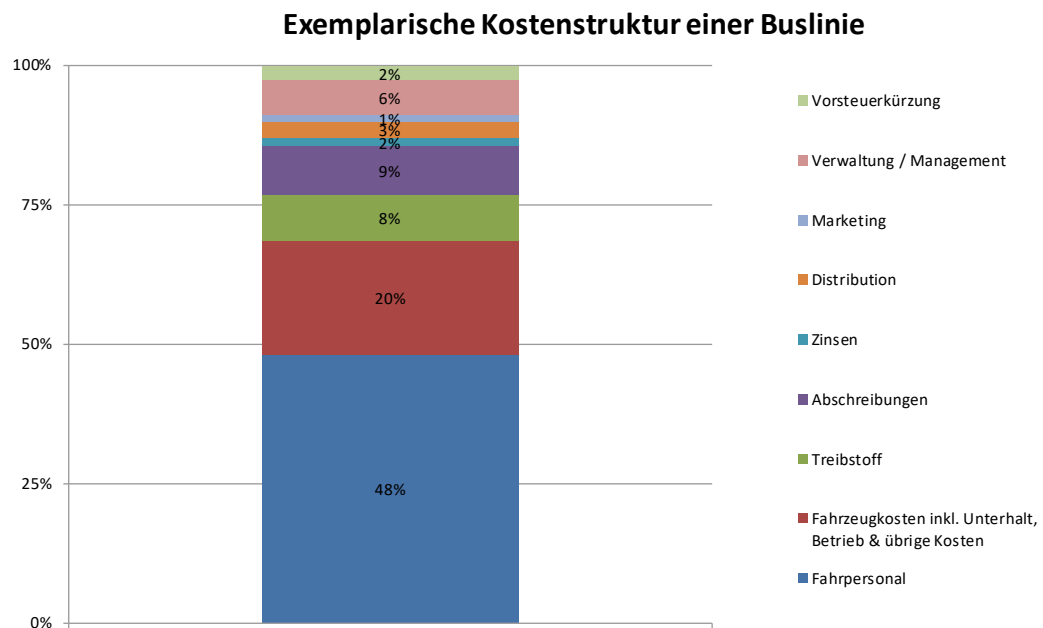


Abbildung 1: Struktur der Vollkosten einer durchschnittlichen Buslinie
Quelle: Rapp Trans, 2015

Wie Abbildung 1 zeigt, stellen die Personalkosten den mit Abstand grössten Kostenblock einer Buslinie dar. Eine Harmonisierung der Vollkosten, um den Einfluss der unterschiedlichen Lohnniveaus in den verschiedenen Regionen wurde geprüft, aber sowohl aus grundsätzlichen Überlegungen⁶ als auch mangels zuverlässiger Daten verworfen (vgl. dazu auch Kapitel 6.4). Regionale Unterschiede in den Lohnniveaus sind damit bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

Wünschenswert wäre eine zusätzliche Harmonisierung der Vollkosten um Aufwände für Nebenerlöse, Distributionsleistungen für Dritte oder Systemleistungen, welche nur von einzelnen TU erbracht werden. Auch dies scheitert an der Datenlage (entsprechende Kosten werden nicht separat ausgewiesen) und muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

⁶ Die Harmonisierung der Daten soll nur anhand von unbestrittenen Fakten erfolgen; die Umrechnung der Personalkosten (welche zudem nicht für alle Personalkategorien gesondert vorliegen) auf ein «Standard-Lohnniveau» bedingt aber zwangsläufig zahlreiche, teilweise problematische Annahmen (Bildung homogener Lohnregionen, Zuordnung der Linien, insbesondere bei überregionalen Bahnlinien etc.).

4.2 Modellbildung

Die Bildung des Kostenmodells bzw. die Identifikation der linienspezifischen, kostenbestimmenden Faktoren und ihrer Wirkung (z.B. beeinflusst die durchschnittliche Fahrzeuggrösse die Kilometerkosten einer Linie und wenn ja in welchem Masse?) erfolgt nicht aufgrund von Erfahrungswerten, sondern empirisch auf Basis der RPV-Kennzahlen. Dazu wird ein multiples Regressionsmodell („Kostenmodell“) geschätzt mit der Zielgrösse teilharmonisierte Kilometerkosten (teilharm. Kosten / prod. km) und einer Reihe von potenziell erklärenden Variablen.

Die Modellbildung erfolgte in zwei Schritten. In einem ersten Schritt wurde eine graphische Analyse der Daten durchgeführt, bei welcher die Verteilung der Daten sowie der Zusammenhang zwischen der Zielgrösse und den potenziell erklärenden Variablen analysiert wird. In einem zweiten Schritt wurden in einem iterativen Verfahren⁷ verschiedene Modelle getestet und das Modell mit dem besten statistischen Erklärungsgehalt ausgewählt.

4.2.1 Graphische Analyse

Bei der graphischen Analyse geht es darum, die Daten und ihre Zusammenhänge zu erforschen. Dies vereinfacht und verbessert den Prozess der Modellbildung in den folgenden Arbeitsschritten. Die graphische Analyse untersucht:

- welche Variablen in der Modellbildung eine Rolle spielen könnten
- welche Beziehungen zwischen der Zielgrösse und den erklärenden Variablen bestehen (linear/nicht linear)
- welche Beziehungen zwischen den erklärenden Variablen bestehen (um die sog. Kollinearität zu visualisieren)
- ob und welche Transformationen (wie zum Beispiel Logarithmierung) der Variablen nötig sind

Aus der graphischen Analyse ergeben sich folgende Erkenntnisse:

- **Kilometerkosten (Zielgrösse)**
Die Zielgrösse teilharmonisierte Kilometerkosten wird logarithmiert. Dies ist ein Standard-Vorgehen für Zielgrössen, die nur positive Werte annehmen können.⁸
- **Umlaufgeschwindigkeit**
Die Beziehung zwischen Umlaufgeschwindigkeit und den (logarithmierten) teilharmonisierten Kilometerkosten ist stark negativ und linear. Eine Logarithmierung der Variable ist nicht nötig.

⁷ stepwise backward selection

⁸ Dies hat zwei Gründe: 1. Es ist plausibler, anzunehmen, dass eine Veränderung einer erklärenden Variable zu einer prozentualen Veränderung der Zielgrösse (hier: teilharmonisierte Kilometerkosten) führt, als zu einer festen Veränderung (hier: in Franken/km). Das heisst, die Veränderung entspricht einer Multiplikation mit einem Faktor. Durch das Logarithmieren der Zielgrösse wird eine solche Veränderung wieder zu einer Addition, wie sie im Regressionsmodell verlangt wird. 2. Die Beziehungen zwischen Zielgrösse und erklärenden Grössen werden dadurch erfahrungsgemäss häufiger linear, und auch die Annahmen über die Verteilung der Zufalls-Abweichungen (Symmetrie und gleiche Varianzen) sind in der Regel besser erfüllt.

- **Fahrgeschwindigkeit**

Die Beziehung zwischen Fahrgeschwindigkeit und den (logarithmierten) teilharmonisierten Kilometerkosten ist stark negativ und linear. Eine Logarithmierung der Variable ist nicht nötig.

- **Mittlere Fahrzeuggrösse**

Die Beziehung zwischen der Fahrzeuggrösse und den (logarithmierten) teilharmonisierten Kilometerkosten ist sehr schwach. Eine Logarithmierung der Variable ist nicht nötig.

- **Einsteiger pro km**

Die Beziehung zwischen der Variable Einsteiger pro km und den (logarithmierten) teilharmonisierten Kilometerkosten ist positiv und nicht-linear. Die Verteilung der Variablen ist rechtsschief. Deshalb wird diese Variable logarithmiert.⁹

- **Fahrplaneffizienz**

Die Beziehung zwischen Fahrplaneffizienz und den (logarithmierten) teilharmonisierten Kilometerkosten ist schwach negativ und leicht nicht-linear. Eine Logarithmierung der Variable ist nicht nötig.

- **Linienbelastung**

Die Beziehung zwischen Linienbelastung und den (logarithmierten) teilharmonisierten Kilometerkosten ist schwach positiv und leicht nicht-linear. Eine Logarithmierung der Variable ist nicht nötig.

- **Auslastung**

Die Beziehung zwischen Auslastung und den (logarithmierten) teilharmonisierten Kilometerkosten ist sehr schwach positiv und leicht nicht-linear. Eine Logarithmierung der Variable ist nicht nötig.

- **Linienvolumen (prod. km)**

Die Beziehung zwischen Linienvolumen und den (logarithmierten) teilharmonisierten Kilometerkosten ist schwach negativ und nicht-linear. Die Verteilung der Variablen ist rechtsschief. Deshalb wird diese Variable logarithmiert.

4.2.2 Ermittlung Kostenmodell

Mit dem erwähnten iterativen Verfahren und weiteren Untersuchungen wurden verschiedene Modelle geschätzt, nicht signifikante Variablen eliminiert und anhand von verschiedenen Testgrössen¹⁰, Plausibilitäts- und Praktikabilitätsüberlegungen das am besten passende Modell identifiziert. Als Basis für die Modellbildung diente das bestehende Kostenmodell der Kantone (Rapp Trans 2015). Dieses erreicht mit den aktuellen Daten eine Performance von 53% (adj. r^2). Mit zusätzlichen Variablen und alternativen Schätzverfahren wurde versucht, Modelle mit einem besseren Erklärungsgehalt zu identifizieren.

Schätzverfahren

Es wurden verschiedene Modellierungen und Schätzverfahren geprüft: lineare Modelle und Modelle mit quadratischen Termen sowie klassische OLS-Schätzungen¹¹ und robuste

⁹ Dadurch ergeben sich weniger Ausreisser, welche einen starken Einfluss auf die Zielgrösse haben können.

¹⁰ adjusted r^2 und weitere

¹¹ OLS: ordinary least squares estimation (Methode der kleinsten Quadrate)

Schätzverfahren¹². Dabei zeigte sich, dass sowohl quadratische Terme als auch ein robustes Schätzverfahren vorteilhaft sind:

- Das robuste Modell mit quadratischen Effekten leistet eine bessere statistische Performance (adj. $r^2=62\%$), sowohl im Vergleich mit dem bestehenden Modell (adj. $r^2=53\%$) als auch mit dem OLS-Modell ohne (adj. $r^2=57\%$) und mit quadratischen Effekten (adj. $r^2=59\%$). Das heisst, dass seine Erklärungsgehalt höher ist als bei den übrigen Modellen.
- Die Residualwerte des OLS-Modells sind nicht normalverteilt (linksschief und kurtotisch).
- Robust geschätzte Modelle sind weniger anfällig auf extreme Beobachtungen. Dies ist ein Vorteil in der Modellbildung nicht nur jetzt, sondern auch für künftige Neuberechnungen der Koeffizienten (diese dürften bei Neuberechnungen weniger stark ändern).

Variablenselektion

Als potenzielle erklärende Variablen wurden folgende Grössen geprüft (für eine detaillierte Beschreibung siehe Anhang 1):

- **Umlaufgeschwindigkeit (prod. km / prod. h)**
Die Geschwindigkeit beeinflusst direkt die Fahrpersonalkosten/km, welche bei Buslinien den grössten Kostenblock darstellen; die Umlaufgeschwindigkeit (welche auch die Wendezeiten berücksichtigt) wird verwendet in der Annahme, dass die Wendezeiten durch die Transportunternehmen nicht beeinflusst werden können. Eine höhere Umlaufgeschwindigkeit reduziert die Kilometerkosten.
- **Fahrgeschwindigkeit (prod. km / Fahrplanstunden)**
siehe Umlaufgeschwindigkeit
- **Fahrplaneffizienz (Fahrplanstunden / prod. h)**
Die Fahrplaneffizienz zeigt die Produktivität des Fahrplans und hat damit einen ähnlichen Effekt auf die Kilometerkosten wie die Umlaufgeschwindigkeit (vgl. oben).
- **Mittlere Fahrzeuggrosse (Platz-km / prod. km)**
Grössere Fahrzeuge sind sowohl in der Beschaffung (inkl. Finanzierung) als auch im Betrieb teurer; die Verwendung der Fahrzeuggrosse als erklärende Variable impliziert (vereinfachend), dass die Fahrzeuggrosse eine Produktionsbedingung darstellt, welche vom Transportunternehmen nicht beeinflusst werden kann.
- **Einsteiger (Einsteiger / prod. km)**
Mehr Einsteiger erhöhen potenziell die Kosten, weil grössere Fahrzeuge eingesetzt werden müssen und die Reinigungskosten zunehmen; zudem erfolgt die Zuschreibung von Allgeminkosten auf die einzelnen Linien oftmals aufgrund der Verkehrserlöse, welche ihrerseits wiederum von den Einsteigern (und Pers.km) abhängen. Im Übrigen korrelieren

¹² Robuste Verfahren sind Schätzverfahren, welche nicht oder weniger sensibel auf Ausreisser reagieren, indem sie quasi eine Ausreisseranalyse integrieren und den Einfluss von Ausreissern auf die Schätzgrösse reduzieren bzw. bei zunehmender Abweichung gegen Null streben lassen. Sie unterscheiden sich darin grundsätzlich von den klassischen OLS-Schätzverfahren, in welchen die Summe der quadrierten Abweichungen ohne Gewichtung der einzelnen Abweichung minimiert wird. Das bekannteste Beispiel eines robusten Schätzverfahrens ist der Median als Schätzer für den Erwartungswert einer empirisch beobachteten Grösse (robust, weil von Ausreissern bzw. stark abweichenden Beobachtungen nicht beeinflusst), im Unterschied zum arithmetischen Mittelwert (OLS-Schätzer, welcher durch Ausreisser stark verfälscht werden kann).

die Einsteiger/km erfahrungsgemäss mit weiteren Linieneigenschaften (z.B. haben urbane Linien mehr Einst./km als ländliche).

- **Linienbelastung (Pers.km / prod. km)**
siehe Einsteiger (Linienbelastung und Einsteiger/km sind korreliert).
- **Auslastung (Pers.km / Platz-km)**
Eine hohe Auslastung kann gegenläufige Auswirkungen auf die Kilometerkosten haben: einerseits deutet sie auf eine hohe Nachfrage hin, was die Kosten erhöht (vgl. Einsteiger), andererseits deutet sie auf kleinere Fahrzeuge hin, was potenziell die Kosten reduziert (vgl. Fahrzeuggrösse).
- **Linienvolumen (prod. km)**
Linien mit grossen Volumen können potentiell günstiger produziert werden (Skaleneffekte).

Die Variablen Umlaufgeschwindigkeit, Fahrgeschwindigkeit und Fahrplaneffizienz sind mathematisch eindeutig verknüpft, jede kann aus den beiden anderen berechnet werden. Daher wurden für die Modellbildung nur zwei davon verwendet (Umlaufgeschwindigkeit und Fahrplaneffizienz). Dasselbe gilt für die Variablen Fahrzeuggrösse, Linienbelastung und Auslastung. Hier wurde die Variable Auslastung weggelassen.¹³ Diese Weglassungen haben keinerlei Einfluss auf den Erklärungsgehalt des Modells.¹⁴

Folgende potenziellen Einflussfaktoren wurden für das Kostenmodell nicht untersucht - teilweise mit guten Gründen, teilweise auch mangels Daten, was die Grenzen des Modells aufzeigt:

- **Beiwagenleistungen:** Zwar zeigte sich ein Zusammenhang zwischen dem Anteil an Beiwagenkilometer und den Kilometerkosten, allerdings lagen für den Ortsverkehr keine Daten zu den Beiwagenleistungen vor, weshalb auf eine Berücksichtigung der Variable zu Gunsten des Einschlusses der Ortsverkehrslinien verzichtet wurde. Bei einer zukünftigen Überarbeitung des Modells (vgl. Kapitel 7) ist ein Einschluss der Variable zu prüfen.
- **Alter und Ausstattung Fahrzeuge:** fehlende Daten
- **Einsatz abgeriebener Fahrzeuge:** fehlende Daten
- **Topografie:** fehlende Daten; zudem teilweise implizit über die Geschwindigkeit bereits berücksichtigt. Erfahrungen aus früheren Anwendungen deuten auf einen geringen zusätzlichen Einfluss hin.
- **Lohnniveau:** schlechte Datenlage und diverse methodische Probleme (für detaillierte Erläuterungen vgl. Kapitel 6.4)
- **Anzahl Haltestellen:** fehlende Daten; zudem teilweise implizit über die Geschwindigkeit bereits berücksichtigt.
- **Unternehmensgrösse:** keine exogene linienspezifische Produktionsbedingung
- **Stadt/Land:** Auf einer Unterscheidung von ländlichen und urbanen Angeboten wird verzichtet, weil eine Einteilung der Linien ohne Willkür nicht möglich ist. Es besteht damit

¹³ Die Auswahl der beiden ausgeschlossenen Variablen (Fahrgeschwindigkeit und Auslastung) erfolgte aufgrund von objektiven Kennzahlen (Variance Inflation Factor) sowie aus praktischen Überlegungen (insbesondere die Variable Auslastung ist intuitiv weniger fassbar).

¹⁴ Die beiden ausgeschlossenen Grössen fliessen vollständig über die beiden jeweils korrelierten Grössen ein.

die Gefahr einer Verfälschung des Modells. Es ist ausserdem anzunehmen, dass ein grosser Teil der kostenrelevanten Unterschiede zwischen ländlichen und urbanen Angeboten durch die übrigen Variablen, welche sich für städtische und ländliche Linien signifikant unterscheiden (zum Beispiel Geschwindigkeit oder Einsteiger/km bzw. Linienbelastung), bereits abgedeckt wird (für detaillierte Erläuterungen vgl. Kapitel 6.4).

In der Modellbildung wurden keine **Interaktionseffekte**¹⁵ zwischen den Variablen berücksichtigt. Diese Effekte komplizieren die Modelle dermassen, dass sie nicht mehr intuitiv interpretierbar sind. Dies beeinträchtigt die Kommunikation und widerspricht der Zielsetzung des Projektes. Bei aller methodischen Korrektheit muss das Benchmarking-Instrument einfach anwendbar und im Hinblick auf die Akzeptanz bei Bestellern und TU vor allem verständlich kommunizierbar sein.

Überprüfung der Modell-Annahmen

Alle Modell-Annahmen wurden mittels Residuen-Analyse überprüft. Es ergaben sich keine Hinweise, dass die Modell-Annahme nicht erfüllt sind.

Resultierendes Kostenmodell

Als Ergebnis der Schätzung resultiert ein Kostenmodell, welches den Einfluss unterschiedlicher Produktionsbedingungen auf die (teilharmonisierten) Kilometerkosten einer regulären (Diesel-) Buslinie beschreibt und damit eine Schätzung bzw. Prognose der erwarteten Kilometerkosten bei gegebenen Produktionsbedingungen erlaubt:

$$\frac{\text{harm. Vollkosten}}{\text{km}} = f \left(\text{prod. km}, \text{Umlaufgeschw.}, \text{FP - Effizienz}, \text{Fahrzeuggrösse}, \frac{\text{Einsteiger}}{\text{km}}, \text{Linienbelastung} \right)$$

wobei einzelne Variablen logarithmiert werden (vgl. Kapitel 4.2.1) und einzelne erklärende Variablen sowohl linear als auch quadratisch einfließen.

Das Kostenmodell ist im Detail in einem separaten technischen Bericht¹⁶ zu Händen des BAV dokumentiert.

Weil die einzelnen erklärenden Variablen teilweise auf denselben bzw. ähnlichen Grunddaten basieren und damit abhängig sind (z.B. Umlaufgeschwindigkeit und Fahrplaneffizienz¹⁷ oder Einsteiger/km und Linienbelastung¹⁸), kann der Einfluss einer einzelnen erklärenden Variable

¹⁵ Ein Interaktionseffekt bezeichnet in statistischen Verfahren nicht-additive Effekte zweier oder mehrerer erklärender Variablen (dies wäre z.B. der Fall, wenn der Einfluss der Variable Fahrzeuggrösse auf die Kilometerkosten von der Umlaufgeschwindigkeit abhängen würde).

¹⁶ Technischer Bericht zum BMCH, Rapp Trans, 20.07.2021

¹⁷ Eine Erhöhung der prod. Stunden bewirkt ceteris paribus eine Reduktion sowohl der Umlaufgeschwindigkeit als auch der Fahrplaneffizienz.

¹⁸ Eine Zunahme der Nachfrage (Fahrgäste) bewirkt ceteris paribus sowohl eine Zunahme der Einsteiger/km als auch der Linienbelastung.

auf die Kilometerkosten nicht isoliert betrachtet werden. Das Modell ist damit intuitiv nicht mehr ohne weiteres interpretierbar.¹⁹

Dennoch kann festgehalten werden, dass von den verwendeten erklärenden Variablen die Umlaufgeschwindigkeit bzw. die damit gekoppelte Fahrplaneffizienz mit Abstand den stärksten Einfluss haben auf die Kilometerkosten. Einen weit geringeren, ähnlich grossen Einfluss haben die Fahrzeuggrösse und die Nachfrage (Einsteiger/km bzw. Linienbelastung). Am geringsten ist der Einfluss des Linienvolumens (prod. km).

Gegenüber dem bestehenden Modell der Kantone weist das nationale Kostenmodell folgende Vorteile auf:

- Erhöhte Aussagekraft und bessere Verallgemeinerbarkeit der geschätzten Kosten dank zusätzlicher Daten aus zusätzlichen bzw. allen Kantonen.
- Erhöhte Aussagekraft und bessere Schätzung der Kosten dank zusätzlicher erklärender Variablen und Berücksichtigung quadratischer Effekte.
- Zuverlässigere Schätzung (und weniger Aufwand zur Datenplausibilisierung), da weniger anfällig auf Ausreisser und Datenfehler dank robuster Schätzmethoden.

Die im Modell berücksichtigten linienspezifischen Produktionsbedingungen erklären knapp 2/3 (adj. $r^2=62\%$) der Kostenunterschiede zwischen den 1'160 untersuchten Linien. Die übrigen Kostenunterschiede sind durch nicht berücksichtigte Unterschiede in den Rahmenbedingungen (z.B. Lohnniveau etc.) sowie durch tatsächliche Effizienzunterschiede (unterschiedliches Verhalten der TU) zu erklären. Nicht berücksichtigte Unterschiede in den Rahmenbedingungen sind also bei der Interpretation der Ergebnisse immer zu berücksichtigen (vgl. Kapitel 6.3).

4.2.3 Gültigkeitsbereich

Die Methodik ist strenggenommen nur anwendbar für Linien, welche im Grundsatz den für die Modellbildung verwendeten Linien entsprechen. Eine Anwendung des Modells auf Linien mit Charakteristika ausserhalb des Wertebereichs der für die Modellbildung verwendeten Linien entspricht einer (grundsätzlich heiklen) Extrapolation des Modells; die Ergebnisse sind in diesen Fällen entsprechend mit Vorsicht zu interpretieren.

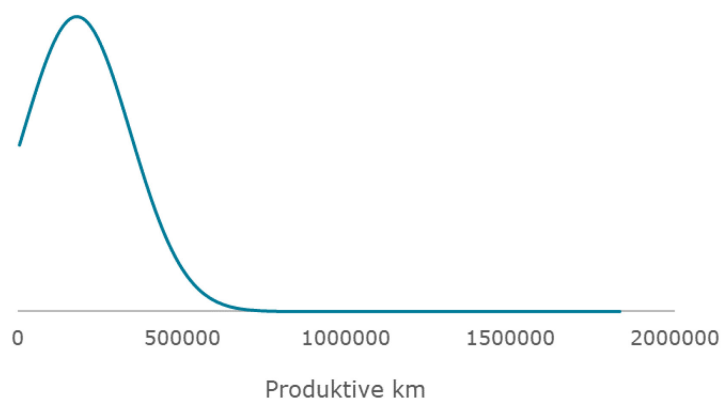
Dies gilt grundsätzlich auch für Linien mit Charakteristika in den Randbereichen, da das Modell hier durch weniger Datenpunkte gestützt wird. Dies betrifft zum Beispiel Linien mit sehr tiefer Umlaufgeschwindigkeit oder sehr hoher Nachfrage – und insbesondere bei einer Kombination von mehreren Werten in Randbereichen (besonders schwierige oder besonders günstige Produktionsbedingungen). Es ist daher nützlich, die Verteilung der für die Modellbildung verwendeten Daten zu betrachten. Diese definieren den Geltungsbereich des Modells. Die nachfolgend dargestellten Verteilungen der Kennzahlen sind zudem bei der Plausibilisierung von neuen Daten hilfreich.

¹⁹ Dieser Nachteil gegenüber dem bestehenden Modell der Kantone wurde zu Gunsten des besseren Erklärungsgehalts in Kauf genommen, nicht zuletzt, weil die Gefahr einer «falschen Übermodellierung» (overfit) aufgrund der grossen Zahl an Daten gering ist.

Produktive km [km]

Verteilung

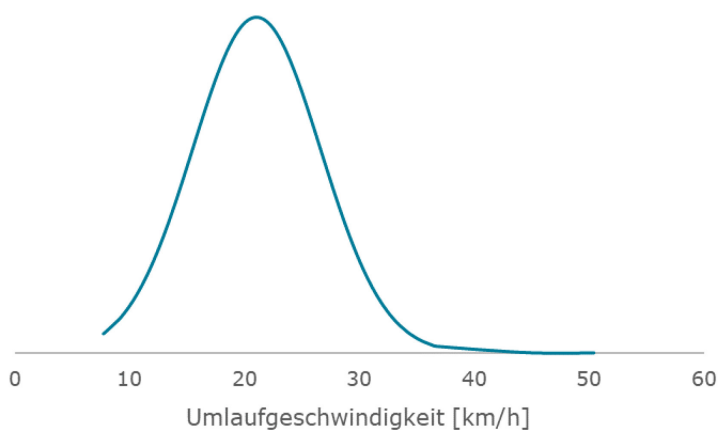
Min	7'103
1%	18'187
5%	31'069
50%	129'438
Mittelwert	181'626
95%	492'827
99%	751'955
Max	1'832'485



Umlaufgeschwindigkeit [km/h]

Verteilung

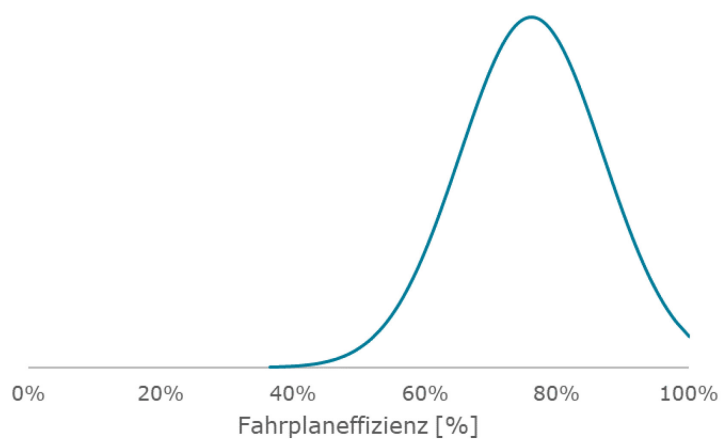
Min	8
1%	10
5%	13
50%	21
Mittelwert	21
95%	31
99%	34
Max	50



Fahrplaneffizienz [%]

Verteilung

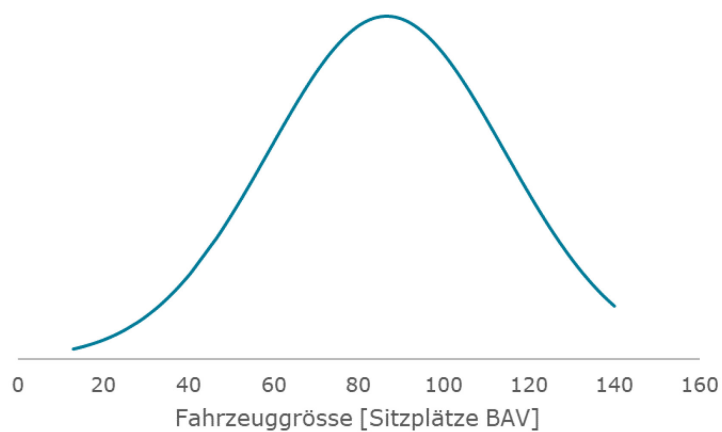
Min	37%
1%	45%
5%	55%
50%	77%
Mittelwert	76%
95%	92%
99%	97%
Max	100%



Mittlere Fahrzeuggrösse [Sitzplätze gemäss Leitfaden Kennzahlen RPV]

Verteilung

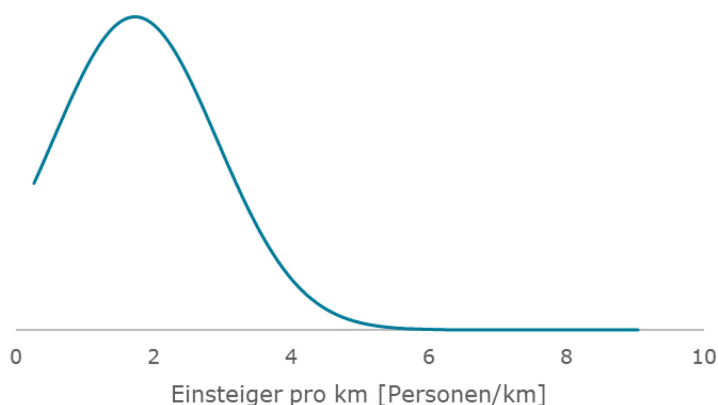
Min	13
1%	17
5%	32
50%	90
Mittelwert	87
95%	140
99%	140
Max	140



Einsteiger pro km [Personen/km]

Verteilung

Min	0.26
1%	0.35
5%	0.50
50%	1.37
Mittelwert	1.73
95%	4.11
99%	5.63
Max	9.04



Linienbelastung [Anzahl Personen]

Verteilung

Min	0.72
1%	1.67
5%	2.56
50%	6.60
Mittelwert	7.39
95%	15.21
99%	19.52
Max	35.10

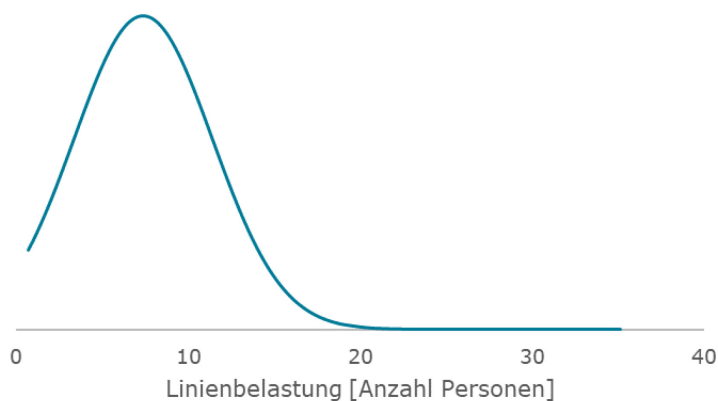


Abbildung 2: Verteilung der für die Modellbildung Bus verwendeten Kennzahlen

5 Benchmarking Bahnverkehr

5.1 Datengrundlage

5.1.1 Verfügbare Daten

Für die Modellbildung im Bahnverkehr wurden die RPV-Daten aller Kantone vom BAV (Planzahlen 2020) verwendet. Betrachtet wurden insgesamt 279 Linien.

Folgende Kennzahlen sind pro Linie verfügbar bzw. können aus den Indikatoren RPV berechnet werden (vgl. dazu Anhang 1):²⁰

- Vollkosten/km
- Umlaufgeschwindigkeit
- Fahrgeschwindigkeit
- Fahrplan-Effizienz
- Mittlere Fahrzeuggrösse
- Einsteiger/km
- Linienbelastung
- Auslastung

Zusätzlich wurden vom BAV folgenden Informationen pro Linie aufbereitet (vgl. Anhang 1):

- Zugbegleitung (ja/nein)
- Zahnrad (ja/nein)
- Spurweite (Normalspur, Schmalspur)

5.1.2 Plausibilisierung und Datenbereinigung

Die Daten wurden anhand von regelbasierten Konsistenztests (keine negativen Werte, Fahrplaneffizienz $\leq 100\%$), Erfahrungswerten sowie grafischen Analysen plausibilisiert und bereinigt.

Zusammen mit den in Kapitel 3.3 erwähnten Sonderfällen wurden insgesamt 45 Linien ausgeschlossen.²¹ Für die Modellbildung wurden somit 234 Linien verwendet, wovon 68 Schmalspurlinien.

²⁰ Die Beiwagen-Kilometer lagen nur für die RPV-Linien vor und konnten darum für die Modellbildung nicht verwendet werden.

²¹ 27 Linien mit <4 Kurspaaren und/oder Nachtangebote, 8 Tramlinien, 5 Verdichtungszüge, 5 weitere (unplausible Daten etc.)

5.1.3 Teilharmonisierung der bereinigten Kosten

Im nächsten Schritt wurden die bereinigten Daten teilweise harmonisiert, indem aus der Linienrechnung bzw. Offerte klar abgrenzbare und vom TU kaum beeinflussbare Kostenpositionen herausgerechnet wurden.

Im Unterschied zum Benchmarking Bus betrifft dies bei der Bahn nicht nur die Vorsteuerkürzung²², sondern zusätzlich auch die Kosten für die Benützung der Infrastruktur (ISBE²³, Zusatzleistungen, Serviceleistungen).

Abbildung 3 zeigt die Struktur der bereinigten Vollkosten einer durchschnittlichen Bahnlinie und den Anteil der vorgängig harmonisierten Kostenpositionen Infrastruktur und Vorsteuerkürzung.

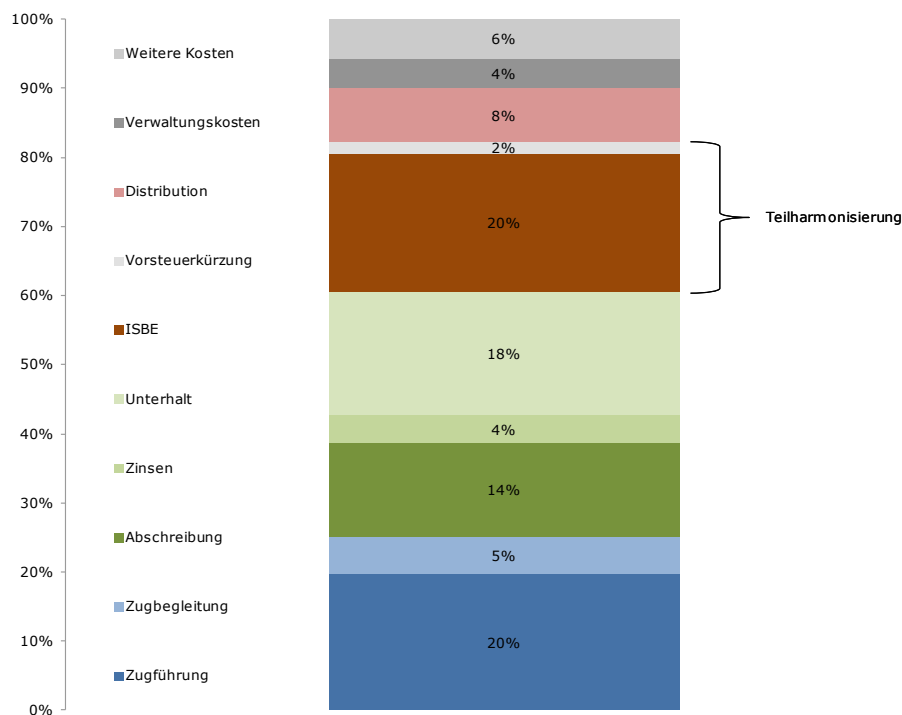


Abbildung 3: Struktur der Vollkosten einer durchschnittlichen Bahnlinie

Quelle: Rapp Trans, 2013

²² Wo sie aus den Daten nicht als absoluter Betrag vorlag, wurde die Vorsteuerkürzung mit dem aktuellen Pauschalsatz (3.4%) aus der Abgeltung (inkl. Abgeltungen Dritter) berechnet.

²³ Infrastrukturbenutzungsentgelt

Abbildung 4 zeigt die Zusammensetzung der teilharmonisierten Kosten einer durchschnittlichen Bahnlinie. Im Unterschied zum Busverkehr sind hier nicht mehr die Personalkosten der grösste Kostenblock, sondern die Kosten im Zusammenhang mit dem Rollmaterial (Abschreibung, Finanzierung, Unterhalt).

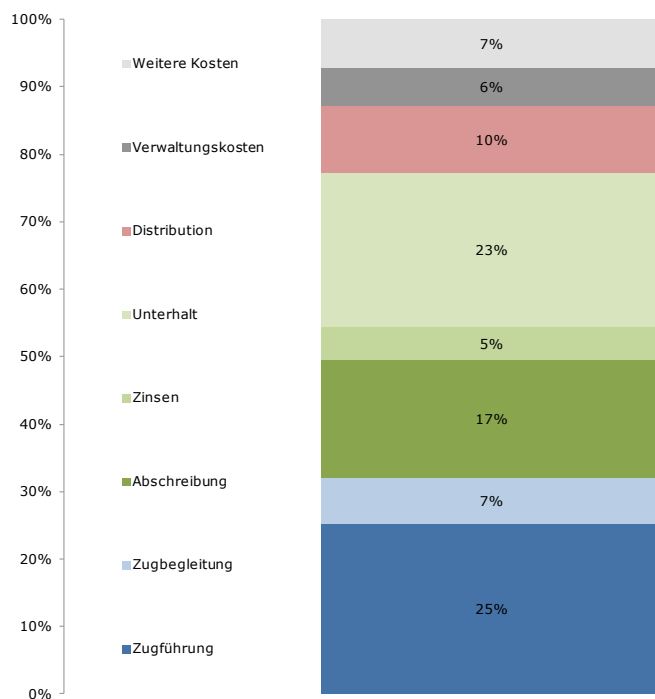


Abbildung 4: Struktur der teilharmonisierten Kosten einer durchschnittlichen Bahnlinie
Quelle: Rapp Trans, 2013

Eine Harmonisierung der Vollkosten um weitere Einflüsse (Lohnniveau, Aufwände für Nebenerlöse, Distributionsleistungen für Dritte oder Systemleistungen) wurde aus denselben Gründen wie beim Busverkehr verworfen (vgl. Kapitel 4.1.3). Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

5.2 Modellbildung

Die Ermittlung des Kostenmodells Bahn erfolgte grundsätzlich analog zum Kostenmodell Bus. Für detaillierte Ausführungen sei deshalb auf das entsprechende Kapitel 4.2 verwiesen. Nachfolgend wird nur noch auf die bahnspezifischen Punkte eingegangen.

5.2.1 Graphische Analyse

Aus der graphischen Analyse ergeben sich folgende Erkenntnisse:²⁴

- **Kilometerkosten (Zielgrösse)**
Die Zielgrösse teilharmonisierte Kilometerkosten wird logarithmiert.
- **Umlaufgeschwindigkeit**
Die Beziehung zwischen Umlaufgeschwindigkeit und den (logarithmierten) teilharmonisierten Kilometerkosten ist negativ und linear. Aufgrund ihrer Verteilung wird diese Variable logarithmiert.
- **Fahrplaneffizienz**
Die Beziehung zwischen Fahrplaneffizienz und den (logarithmierten) teilharmonisierten Kilometerkosten ist schwach negativ und leicht nicht-linear. Eine Logarithmierung der Variable ist nicht nötig.
- **Mittlere Fahrzeuggrösse**
Die Beziehung zwischen der Fahrzeuggrösse und den (logarithmierten) teilharmonisierten Kilometerkosten ist sehr schwach. Eine Logarithmierung der Variable ist nicht nötig.
- **Einsteiger pro km**
Die Beziehung zwischen der Variable Einsteiger pro km und den (logarithmierten) teilharmonisierten Kilometerkosten ist positiv und nicht-linear. Aufgrund ihrer Verteilung wird diese Variable logarithmiert.
- **Linienbelastung**
Die Beziehung zwischen Linienbelastung und den (logarithmierten) teilharmonisierten Kilometerkosten ist schwach positiv und leicht nicht-linear. Aufgrund ihrer Verteilung wird diese Variable logarithmiert.
- **Linienvolumen (prod. km)**
Die Beziehung zwischen Linienvolumen und den (logarithmierten) teilharmonisierten Kilometerkosten ist schwach negativ und leicht nicht-linear. Aufgrund ihrer Verteilung wird diese Variable logarithmiert.

²⁴ Aufgrund der Erfahrungen aus der Modellbildung im Busbereich wurde die Variablen Fahrgeschwindigkeit und Auslastung wegen ihrer Kollinearität mit anderen Variablen nicht analysiert. Dies hat keinen Einfluss auf den Erklärungsgehalt des Modells, da diese beiden Grössen vollständig über die jeweils korrelierten Grössen in das Modell einfließen.

5.2.2 Ermittlung Kostenmodell

Als Basis für die Modellbildung dienten die Erfahrungen aus der Modellbildung im Busbereich sowie das bestehende Kostenmodell Bahn der Kantone (Rapp Trans 2015). Dieses erreicht mit den aktuellen Daten eine Performance von 61% (adj. r^2). Mit zusätzlichen Variablen und alternativen Schätzverfahren wurde versucht, Modelle mit einem besseren Erklärungsgehalt zu identifizieren.

Schätzverfahren

Es wurden verschiedene Modellierungen und Schätzverfahren geprüft: lineare Modelle und Modelle mit quadratischen Termen sowie klassische OLS-Schätzungen und robuste Schätzverfahren. Dabei zeigte sich, dass

- quadratische Terme das Modell (im Unterschied zum Busbereich) nicht verbessern
- robuste Schätzverfahren vorteilhaft sind.

Entsprechend wird ein robust geschätztes Modell ohne quadratische Terme implementiert.

Variablenselektion

Als potenzielle erklärende Variablen wurden dieselben Grössen wie im Busbereich geprüft, also **Umlaufgeschwindigkeit, Fahrplaneffizienz, Fahrzeuggrösse, Einsteiger/km, Linienbelastung und Linienvolumen**, zuzüglich der folgenden (binären) Variablen (für eine detaillierte Beschreibung siehe Anhang 1):

- **Zugbegleitung**
Eine (ständige) Zugbegleitung verursacht höhere Personalkosten.
- **Zahnrad**
Linien mit (teilweise) Zahnradantrieb könnten höhere Kosten aufweisen, z.B. wegen teurerem Rollmaterial oder erhöhter Unterhaltskosten.
- **Spurweite**
Je nach Spurweite könnten die Kosten pro Linie höher/tiefer sein.

Die Analyse zeigte, dass die Variablen Einsteiger/km und Spurweite keinen Beitrag zum Erklärungsgehalt des Modells leisten. Die beiden Variablen werden daher im Modell nicht berücksichtigt.

Weitere potenziellen Einflussfaktoren wurden für das Kostenmodell nicht untersucht (zur Begründung vgl. 4.2.2).

Überprüfung der Modell-Annahmen

Alle Modell-Annahmen wurden mittels Residuen-Analyse überprüft. Es ergaben sich keine Hinweise, dass die Modell-Annahme nicht erfüllt sind.

Resultierendes Kostenmodell

Als Ergebnis der Schätzung resultiert ein Kostenmodell, welches den Einfluss unterschiedlicher Produktionsbedingungen auf die (teilharmonisierten) Kilometerkosten einer regulären Bahnlinie beschreibt und damit eine Schätzung bzw. Prognose der erwarteten Kilometerkosten bei gegebenen Produktionsbedingungen erlaubt:

$$\frac{\text{harm. Vollkosten}}{\text{km}} = f(\text{prod. km}, \text{Umlaufgeschw.}, \text{FP - Effizienz}, \text{Fahrzeuggrösse}, \text{Linienbelastung}, \text{Zugbegleitung}, \text{Zahnrad})$$

wobei einzelne Variablen logarithmiert werden (vgl. Kapitel 4.2.1).

Das Kostenmodell ist im Detail in einem separaten technischen Bericht²⁵ zu Handen des BAV dokumentiert.

Weil die einzelnen erklärenden Variablen teilweise auf denselben bzw. ähnlichen Grunddaten basieren und damit abhängig sind (z.B. Umlaufgeschwindigkeit und Fahrplaneffizienz²⁶), kann der Einfluss einer einzelnen erklärenden Variable auf die Kilometerkosten nicht isoliert betrachtet werden. Das Modell ist damit intuitiv nicht mehr ohne weiteres interpretierbar.²⁷

Dennoch kann festgehalten werden, dass von den verwendeten erklärenden Variablen die Zugbegleitung den stärksten Einfluss hat auf die Kilometerkosten. Die Einflüsse von Umlaufgeschwindigkeit (bzw. der damit gekoppelten Fahrplaneffizienz), Fahrzeuggrösse und Nachfrage (Linienbelastung) sind etwa vergleichbar. Etwas geringer ist der Einfluss des Linienvolumens (prod. km).

Gegenüber dem bestehenden Modell der Kantone weist das neue Kostenmodell folgende Vorteile auf:

- Erhöhte Aussagekraft und bessere Verallgemeinerbarkeit der geschätzten Kosten dank zusätzlicher Daten aus zusätzlichen bzw. allen Kantonen.
- Erhöhte Aussagekraft und bessere Schätzung der Kosten dank zusätzlicher erklärender Variablen.
- Zuverlässigere Schätzung (und weniger Aufwand zur Datenplausibilisierung), da weniger anfällig auf Ausreisser und Datenfehler dank robuster Schätzmethoden.

²⁵ Technischer Bericht zum BMCH, Rapp Trans, 20.07.2021

²⁶ Eine Erhöhung der prod. Stunden bewirkt ceteris paribus eine Reduktion sowohl der Umlaufgeschwindigkeit als auch der Fahrplaneffizienz.

²⁷ Dieser Nachteil gegenüber dem bestehenden Modell der Kantone wurde zu Gunsten des besseren Erklärungsgehalts in Kauf genommen.

Die im Modell berücksichtigten linienspezifischen Produktionsbedingungen erklären 3/4 (adj. $r^2=74\%$) der Kostenunterschiede zwischen den 234 untersuchten Linien. Die übrigen Kostenunterschiede sind durch nicht berücksichtigte Unterschiede in den Rahmenbedingungen (z.B. Lohnniveau etc.) sowie durch tatsächliche Effizienzunterschiede (unterschiedliches Verhalten der TU) zu erklären. Nicht berücksichtigte Unterschiede in den Rahmenbedingungen sind also bei der Interpretation der Ergebnisse immer zu berücksichtigen (vgl. Kapitel 6.3).

5.2.3 Gültigkeitsbereich

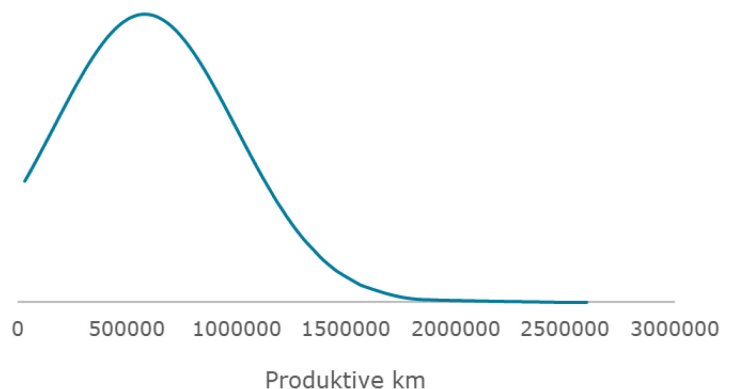
Die Methodik ist strenggenommen nur anwendbar für Linien, welche im Grundsatz den für die Modellbildung verwendeten Linien entsprechen. Eine Anwendung des Modells auf Linien mit Charakteristika ausserhalb des Wertebereichs der für die Modellbildung verwendeten Linien entspricht einer (grundsätzlich heiklen) Extrapolation des Modells; die Ergebnisse sind in diesen Fällen entsprechend mit Vorsicht zu interpretieren.

Dies gilt grundsätzlich auch für Linien mit Charakteristika in den Randbereichen, da das Modell hier durch weniger Datenpunkte gestützt wird. Dies betrifft zum Beispiel Linien mit sehr tiefer Umlaufgeschwindigkeit oder sehr hoher Nachfrage – und insbesondere bei einer Kombination von mehreren Werten in Randbereichen (besonders schwierige oder besonders günstige Produktionsbedingungen). Es ist daher nützlich, die Verteilung der für die Modellbildung verwendeten Daten zu betrachten. Diese definieren den Geltungsbereich des Modells. Die nachfolgend dargestellten Verteilungen der Kennzahlen sind zudem bei der Plausibilisierung von neuen Daten hilfreich.

Produktive km [km]

Verteilung

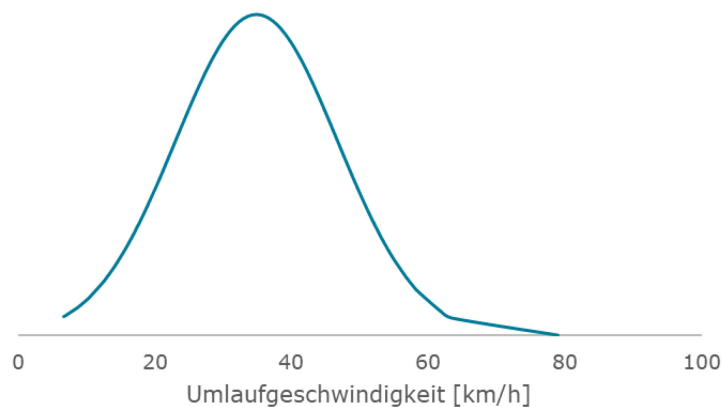
Min	33'248
1%	42'720
5%	71'014
50%	513'615
Mittelwert	581'617
95%	1'290'049
99%	1'806'486
Max	2'600'406



Umlaufgeschwindigkeit [km/h]

Verteilung

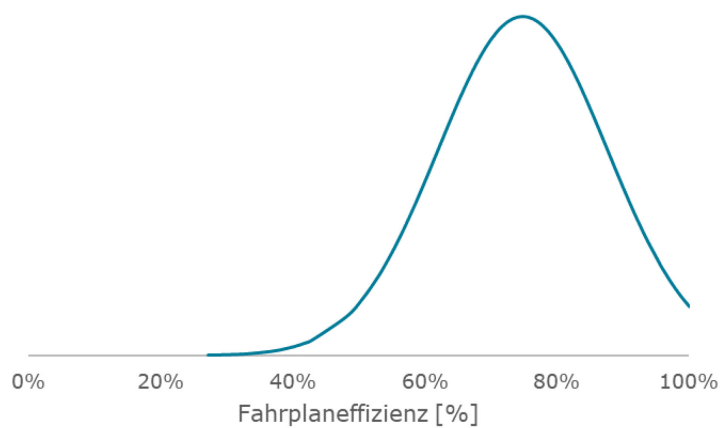
Min	7
1%	9
5%	16
50%	36
Mittelwert	35
95%	53
99%	61
Max	79



Fahrplaneffizienz [%]

Verteilung

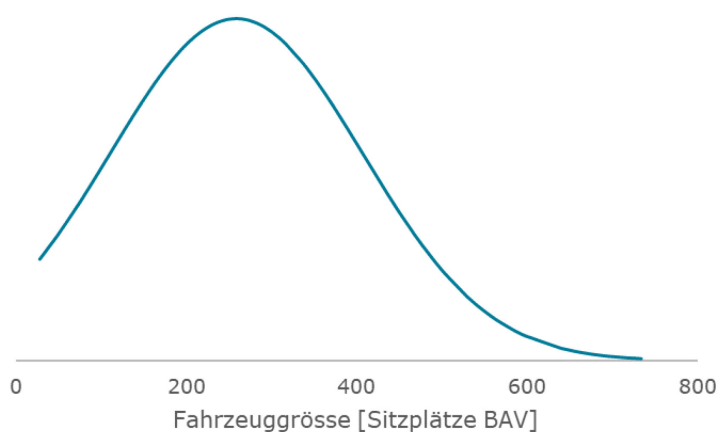
Min	27%
1%	34%
5%	52%
50%	77%
Mittelwert	75%
95%	91%
99%	97%
Max	100%



Mittlere Fahrzeuggrosse [Sitzplätze gemäss Leitfaden Kennzahlen RPV]

Verteilung

Min	28
1%	56
5%	100
50%	211
Mittelwert	259
95%	595
99%	709
Max	734



Linienbelastung [Anzahl Personen]

Verteilung

Min	5.43
1%	8.80
5%	12.80
50%	41.31
Mittelwert	50.44
95%	113.02
99%	159.39
Max	268.84

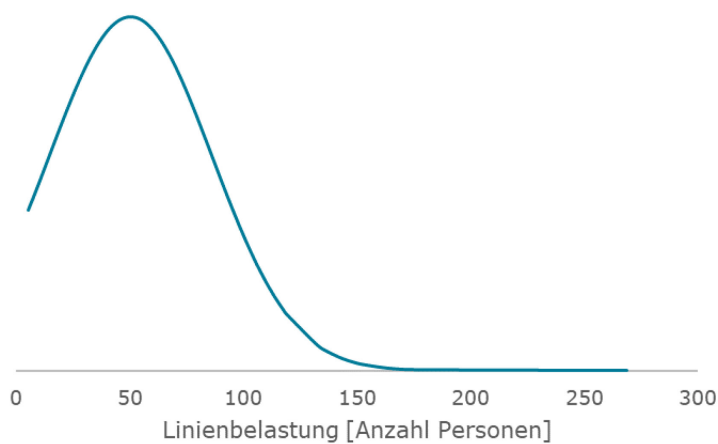


Abbildung 5: Verteilung der für die Modellbildung Bahn verwendeten Kennzahlen

6 Anwendung, Interpretation und Grenzen der Methode

6.1 Anwendung

Die Benchmark-Analyse beschränkt sich auf die Kosten.

Die Erlöse sind durch die TU weniger stark und weniger direkt beeinflussbar als die Kosten. Zudem ist auf der Erlösseite ein fairer Vergleich viel schwieriger zu bewerkstelligen, da sich die Linien bezüglich Nachfrage, Fahrausweisstruktur und Tarif- (Verbund-) Struktur erheblich unterscheiden.

Die Beurteilung der Kosten von Bus- und Bahnlinien erfolgt in 3 Phasen (vgl. Abbildung 6):

1. Datenbereinigung
2. Harmonisierung
3. Beurteilung

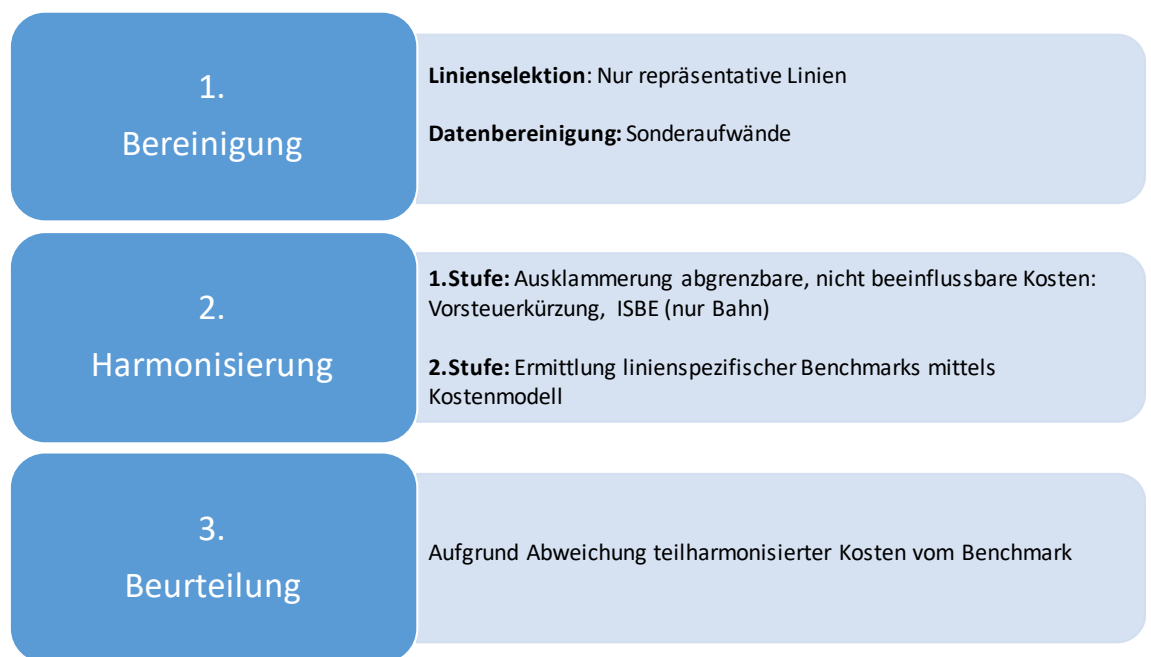


Abbildung 6: Vorgehen in drei Phasen mit zweistufiger Harmonisierung der Daten

Die Harmonisierung erfolgt dabei in 2 Stufen:

- In einer ersten Stufe werden die bereinigten Kosten um diejenigen Kostenpositionen reduziert, welche von den TU kaum beeinflusst werden können und aus den Offerten klar abgrenzbar sind, konkret die Vorsteuerkürzung und zusätzlich für die Bahnlinien die Kosten für die Benützung der Infrastruktur (ISBE). Daraus resultieren die sog. teilharmonisierten Kosten.
- In einer zweiten Stufe erfolgt eine weitere Harmonisierung aufgrund der Produktionsbedingungen, wobei deren Einfluss über das Kostenmodell abgebildet wird; in dieser Stufe

werden nicht die Kosten der einzelnen Linien harmonisiert, sondern die Harmonisierung erfolgt stattdessen über die Ermittlung eines individuellen, linienspezifischen Benchmarks. Dazu wird deshalb für jede Linie anstatt der Kilometerkosten deren Abweichung von einem Kostenmodell (bzw. einem daraus abgeleiteten linienspezifischen Benchmark) verglichen. Das Kostenmodell bzw. der Benchmark berücksichtigen dabei die wichtigsten kostenrelevanten und von den TU kaum beeinflussbaren Linieneigenschaften. Angebote mit überdurchschnittlich schwierigen Produktionsbedingungen erhalten so quasi einen Bonus bzw. ihre Messlatte wird tiefer gelegt – und vice versa für überdurchschnittlich günstige Produktionsbedingungen. So kann der Einfluss der linienspezifischen Rahmenbedingungen zu einem grossen Teil (aber nicht vollständig) egalisiert werden.

Die nachfolgende Tabelle illustriert den beschriebenen Mechanismus am Beispiel zweier Buslinien:

Tabelle 1: Beispiel Kostenvergleich

	Linie A	Linie B
Harmonisierte Kosten/km	5.24	7.16
Prod. km	107'000	279'000
Umlaufgeschwindigkeit (km/h)	29	22
FP-Effizienz	93%	84%
Mittlere Fahrzeuggrösse	60	140
Einsteiger/km	0.7	2.6
Linienbelastung	5	18
Kosten/km (Kostenmodell)	5.07	7.74
Abweichung vom Kostenmodell	+0.17	-0.58

Obwohl die Linie A absolut gesehen zu tieferen Kilometerkosten produziert wird, wird sie in der Analyse schlechter beurteilt (d.h. die effektiven Kosten liegen über dem Kostenmodell) als die Linie B (deren effektive Kosten unter dem Kostenmodell liegen); die Begründung liegt in den schwierigeren Produktionsbedingungen der Linie B (namentlich der tieferen Umlaufgeschwindigkeit/FP-Effizienz, den grösseren Fahrzeugen und der höheren Nachfrage), infolge derer das Kostenmodell für die Linie B höhere Kilometerkosten erwarten lässt (7.74 gegenüber 5.07 für die Linie A).

Für die praktische Anwendung stehen je eine Excel-Anwendung für Bus- bzw. Bahnlinien zur Verfügung. Diese ermöglichen nach Eingabe der nötigen Daten pro Linie eine teilautomatisierte

- Plausibilisierung der Daten
- Bündelung von Linien nach verschiedenen Kriterien
- Diverse Auswertungen pro Linie und pro Linienbündel im innerkantonalen und schweizweiten Vergleich

6.2 Festlegung des Benchmarks

Grundsätzlich kann das Kostenmodell direkt als Vergleichswert (=Benchmark) verwendet werden. Dies hat jedoch naturgemäss zur Folge, dass rund die Hälfte der Linien über dem Benchmark liegt und rund die Hälfte darunter.

Im Sinne eines best-in-class-Ansatzes wird deshalb zusätzlich ein ambitionierterer Benchmark²⁸ festgelegt, indem die Regressionskurve (d.h. das Kostenmodell) so nach unten verschoben wird, dass gerade 10% aller (Teil-) TU darunter liegen bzw. den Benchmark erreichen. (Teil-) TU mit weniger als 3 Linien werden dabei nicht berücksichtigt. Diese Festlegung gilt sowohl für Bus wie für Bahn. Diese Verschiebung des Kostenmodells ist in Abbildung 7 exemplarisch dargestellt. Sowohl das Kostenmodell als auch der daraus abgeleitete ambitioniertere Benchmark definieren so für jede Linie einen individuellen Benchmark, welcher zwar im Grundsatz einheitlich ist, aber die (im Kostenmodell berücksichtigten) spezifischen Produktionsbedingungen jeder Linie berücksichtigt.

Die Festlegung des Benchmarks ist eine reine Konvention. Grundsätzlich können für die Analyse sowohl das Kostenmodell direkt als auch der ambitioniertere Benchmark verwendet werden: die relativen Ergebnisse (Linie A verglichen mit Linie B) ändern sich dadurch nicht, es wird lediglich eine andere Vergleichsbasis bzw. Messlatte verwendet.

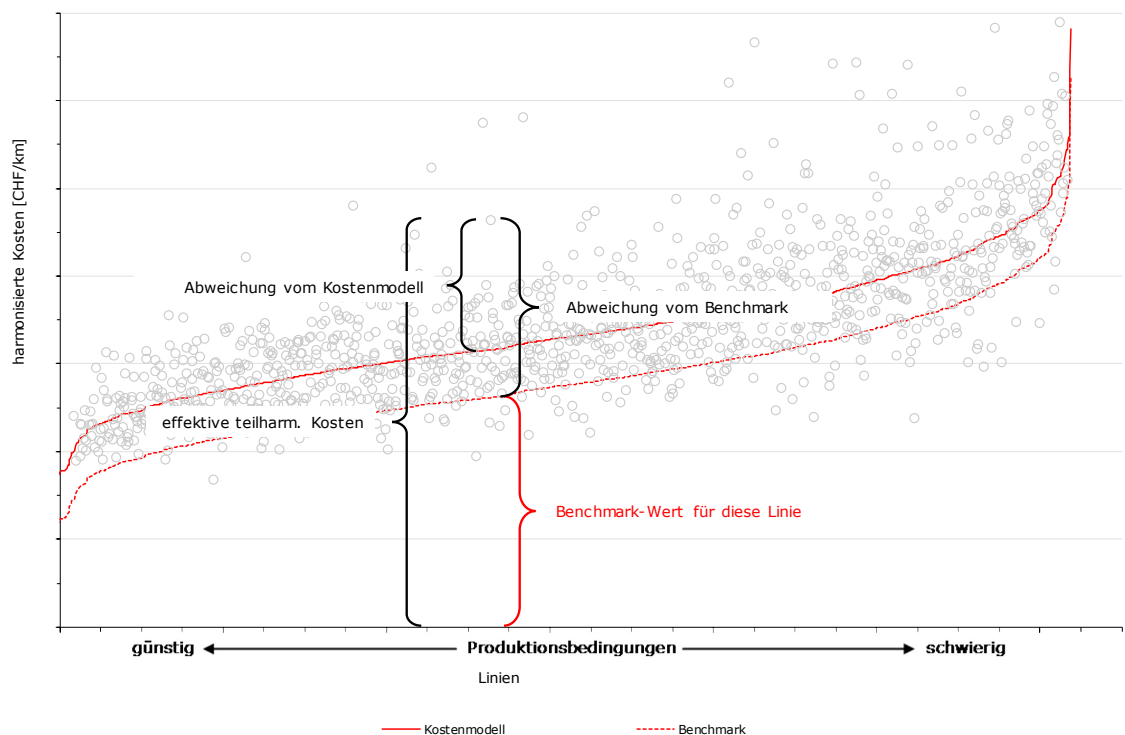


Abbildung 7: Kostenmodell und Benchmark

²⁸ entspricht der Praxis im bestehenden Benchmark-Instrument der Kantone.

6.3 Interpretation und Grenzen der Methode

Das Kostenmodell bildet die erwarteten Kilometerkosten eines durchschnittlich effizienten TU ab.

Das Kostenmodell erklärt den grösseren Teil der Kostenunterschiede zwischen den Linien. Die verbleibenden Unterschiede (d.h. die Abweichungen vom Benchmark) sind zu erklären durch

- tatsächliche Effizienzunterschiede (unterschiedliches Verhalten der TU), aber eben auch durch
- Modellvereinfachungen bzw. nicht oder nur teilweise berücksichtigte Unterschiede in den Produktionsbedingungen wie z.B.
 - überdurchschnittlich hoher Aufwand zur Erzielung von Nebenerlösen
 - überdurchschnittlich hoher Aufwand für Distribution für Dritte
 - überdurchschnittliches regionales Lohnniveau
 - überdurchschnittliche Beiwagenkilometer
 - etc.

Die Ergebnisse müssen entsprechend interpretiert sowie mit dem TU analysiert und diskutiert werden.

Im Gegenzug können die modellierten Produktionsbedingungen (z.B. schlechte Umläufe) von den TU nicht als Begründung für höhere Kosten (als vom Modell prognostiziert) angeführt werden.

Die geschilderte Methode ermöglicht einen Vergleich unterschiedlicher Linien unter Berücksichtigung der wichtigsten linienspezifischen Produktionsbedingungen. Als Ergebnis resultiert eine Beurteilung der Kosten jeder Linie. Zur Beurteilung der Kosteneffizienz von Linienbündeln (z.B. einer Region) bzw. eines TU werden die Beurteilungen der entsprechenden Linien - gewichtet mit dem Linienvolumen (prod. km) - gemittelt. Infolge der Mittelbildung sind diese Ergebnisse robuster gegenüber Daten- und/oder Modellfehlern als die Ergebnisse einer einzelnen Linie.

Entsprechend sind die linienscharfen Ergebnisse mit einer gewissen Vorsicht zu interpretieren, insbesondere wenn eine oder mehrere erklärende Variablen Extremwerte aufweisen.

Die Analyse-Methodik überprüft nicht, ob die im Modell als Produktionsbedingungen eingeflossenen Grössen für das TU tatsächlich vorgegeben sind (oder ob z.B. zu grosse Fahrzeuge eingesetzt werden). In der Realität können diese Produktionsbedingungen teilweise – zumindest mittel- bis langfristig – durchaus optimiert werden. **Es ist die Aufgabe der Besteller und der TU gemeinsam die Produktionsbedingungen ausserhalb der Benchmarking-Analyse laufend zu überprüfen und zu verbessern.** Indem das Kostenmodell die Produktionsbedingungen jeder Linie beurteilt, liefert sie den Bestellern Hinweise dazu.

Das Kostenmodell ist grundsätzlich nur gültig für Linien, welche ähnliche Eigenschaften wie die für die Modellbildung verwendeten Linien aufweisen. Die Variablen, welche für die Modellbildung verwendet werden, liegen in folgenden Wertebereichen (vgl. Kapitel 4.2.3):

Buslinien:

- Umlaufgeschwindigkeit: 8 – 50 km/h
- Fahrplan-Effizienz: 40% - 100%
- Einsteiger/km: 0.3 – 9 Personen/km
- Linienbelastung: 1 – 35 Personen
- Mittlere Fahrzeuggrösse: 13 – 140 Plätze
- Prod. km: 7'000 – 1.8 Mio. km/Jahr

Bahnlinien:

- Umlaufgeschwindigkeit: 7 – 80 km/h
- Fahrplan-Effizienz: 25% - 100%
- Linienbelastung: 5 – 270 Personen
- Mittlere Fahrzeuggrösse: 30 – 735 Plätze
- Prod. km: 30'000 – 2.6 Mio. km/Jahr

Eine Anwendung der Methodik auf Linien mit Charakteristika ausserhalb dieses Gültigkeitsbereichs des Modells entspricht einer (grundsätzlich heiklen)

Extrapolation des Modells; die Ergebnisse sind in diesen Fällen entsprechend mit Vorsicht zu interpretieren. Dies gilt **auch für Linien mit Charakteristika in den Randbereichen**, da das Modell hier durch weniger Datenpunkte gestützt wird (vgl. Kapitel 4.2.3 bzw. 5.2.3), insbesondere wenn nicht nur eine, sondern gleich mehrere erklärende Variablen Werte in den Randbereichen aufweisen.²⁹

Die Methodik ist **nur anwendbar für** Linien, welche im Grundsatz den für die Modellbildung verwendeten Linien entsprechen, d.h. „**reguläre**“ **Dieselbus- und Bahnlinien**. Sonderfälle wie Linien mit weniger als 6 Kurspaaren, nur saisonal betriebene Linien oder Abendangebote können ebenso wenig analysiert werden wie Elektrobus-, Trolleybus- oder Tramlinien.

Es versteht sich von selbst, dass die Ergebnisse der Analyse nur so belastbar sind, wie die zugrundeliegenden Daten.

²⁹ Bei der Frage der Gültigkeit ist zusätzlich auch zwischen den erklärenden Variablen zu differenzieren, da diese im Kostenmodell einen unterschiedlich starken Einfluss haben. So ist die Modellanwendung für eine Buslinie mit einer aussergewöhnlich hohen Umlaufgeschwindigkeit sicher heikler als für eine Buslinie mit einem aussergewöhnlich grossen Linienvolumen, da die Umlaufgeschwindigkeit den Kostenmodellwert viel stärker beeinflusst als das Linienvolumen (vgl. Kapitel 4.2.2).

6.4 Fragen und Antworten zur Methodik der Kostenanalyse (FAQ)

1. Letztlich sind die Besteller an einer tiefen Abgeltung als Differenz aus Kosten und Erlösen interessiert. Warum fokussiert die Analyse einseitig auf die Kosten und vernachlässigt die Erlöse?

Erstens sind die Erlöse durch die TU weniger stark und weniger direkt beeinflussbar als die Kosten. Zweitens können die Anforderungen an den Kostendeckungsgrad einzelner Linien aus verkehrspolitischen Gründen stark divergieren. Drittens ist auf der Erlösseite ein fairer Vergleich zwischen unterschiedlichen Linien viel schwieriger zu bewerkstelligen, da sich die Linien bezüglich Nachfrage, Fahrausweisstruktur und Tarif-(Verbund-) Struktur sehr stark unterscheiden.

2. Warum wird nicht zwischen urbanen und ländlichen Angeboten unterschieden, obwohl urbane Angebote ‚bekanntermassen‘ teurer zu produzieren sind?

Die Unterschiede werden bereits implizit über die im Kostenmodell berücksichtigten Grössen wie Geschwindigkeit, Gefässgrösse und Nachfrage berücksichtigt, da sich urbane und ländliche Angebote bezüglich dieser Grössen klar unterscheiden. Zudem ist die Einteilung der Linien in urbane und städtische Angebote nicht immer offensichtlich (Mischformen).

3. Warum werden keine weiteren Linieneigenschaften bzw. Produktionsbedingungen berücksichtigt?

Weil (ohne zusätzliche Datenerhebung) keine entsprechenden Daten in genügender Qualität vorliegen (z.B. Topographie, Sonder- oder Systemleistungen, Beiwagenleistungen im Ortsverkehr). Der mögliche Einfluss nicht-berücksichtigter Faktoren ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

4. Können einzelne exotische Linien (z.B. mit speziellen Produktionsbedingungen) das Kostenmodell und damit die Analyse verfälschen?

Aufgrund der vorgängigen Ausklammerung nicht repräsentativer Linien, der robusten Schätzmethode und der grossen Stichprobe (Bus: $n \sim 1160$, Bahn: $n \sim 230$) besteht die Gefahr nicht – insbesondere im Bereich der mittleren Produktionsbedingungen. Für Linien mit Randwerten (d.h. extremen Produktionsbedingungen) ist das Kostenmodell möglicherweise weniger robust, weshalb die Analyse bevorzugt für Linienbündel und nicht für einzelne Linien erfolgt.

5. Warum werden die Personalkosten als wichtigster Kostenblock im Benchmarking nicht berücksichtigt?

Das Kostenmodell ist keine klassische Produktionsfunktion mit Inputfaktoren wie Arbeit, Kapital etc. Es berücksichtigt nur die linienspezifischen Produktionsbedingungen, um unterschiedliche Linien bezüglich ihrer kostenrelevanten Rahmenbedingungen vergleichbar zu machen; die Personalkosten sind nur insofern linienspezifisch bzw. durch das TU nicht beeinflussbar, als sie über die Einsatzstunden des Fahrpersonals von der Umlaufgeschwindigkeit abhängen; diese Zusammenhänge werden im Modell berücksichtigt (über die erklärende Variable Umlaufgeschwindigkeit).

6. Warum werden regionale und kantonale Lohndifferenzen nicht berücksichtigt?
- *Das Lohnniveau wird von den Bestellern nicht a priori als gegeben akzeptiert; es ist nur bedingt linienspezifisch, sondern liegt mittelfristig zumindest teilweise im Einflussbereich des TU.*
 - *Neben der (linienspezifischen) regionalen Lage der Linie bzw. des Dienstortes wird das Lohnniveau mindestens ebenso stark durch unternehmensspezifische Faktoren bestimmt (historischer Hintergrund des TU, Gesellschaftsform, Altersstruktur des Personals, Anforderungen an das Fahrpersonal aufgrund der Flottenstruktur); diese linien- und unternehmensspezifischen Faktoren sind nur schwer zu trennen.*
 - *Die Zuordnung einer Linie zu einer Lohnregion ist teilweise problematisch (Lage der Linie? Lage des Betriebs? Überregionale Bahnlinien?).*
 - *Ein mögliches systematisches Lohngefälle zwischen städtischen und ländlichen Regionen wird implizit bereits teilweise berücksichtigt: Linien in städtischen und Linien in ländlichen Regionen unterscheiden sich punkto Nachfrage und Geschwindigkeit signifikant; indem diese beiden Faktoren im Kostenmodell berücksichtigt werden, werden auch alle mit ihnen korrelierenden („gleichverlaufenden“) Eigenschaften (teilweise) berücksichtigt.*
 - *Es sind keine verlässlichen Daten zu den regionalen Lohnunterschieden bei Busunternehmen vorhanden, womit die Grundlage für eine sinnvolle Bildung von homogenen Lohnregionen fehlt.*
 - *Infolge all dieser Unsicherheiten birgt eine Berücksichtigung der unterschiedlichen Lohnniveaus die Gefahr einer «falschen» Modellierung. Eine Nichtberücksichtigung hat demgegenüber den Vorteil von klareren Verhältnissen: die spezifische Situation eines TU kann und muss ausserhalb der Benchmark-Analyse erfolgen.*
7. Wie wird verhindert, dass einzelne TU ihren aufgrund ihrer spezifischen Situation vorhandenen Spielraum ausnutzen, um die Betriebskosten bzw. die Kennzahlen zu beeinflussen (z.B. Querfinanzierung aus anderen Sparten)?
- Die Benchmarking-Analyse verwendet ausschliesslich die Angaben der TU. Falsche Angaben zu Betriebskosten und Kennzahlen widersprechen den gesetzlichen Vorgaben zum Rechnungswesen der konzessionierten Unternehmen. Entsprechend müssen und dürfen die Besteller davon ausgehen, dass die für die Analyse verwendeten Daten korrekt sind. Um zu verhindern, dass die TU ihre Angaben gezielt beeinflussen, wird das Kostenmodell zudem nicht offengelegt.*

7 Datenpflege, Aktualisierung und Weiterentwicklung

7.1 Datenpflege

Die für die Kostenanalyse verwendete Methodik ist nur so gut wie die zugrundeliegenden Daten bzw. RPV-Indikatoren und stellt damit hohe Ansprüche an das Datencontrolling seitens der Besteller.

Die Daten für den RPV werden von den TU im Rahmen des Bestellverfahrens aktuell jeweils für zwei Fahrplanjahre im Frühsommer beim BAV eingereicht. Als Grundlage für die nachfolgenden Offertgespräche dürften einzelne Kantone bereits mit diesen (provisorischen) Daten erste Benchmark-Analysen durchführen. Bis zum Abschluss der definitiven Angebotsvereinbarungen (ca. Ende Jahr) werden die Daten noch (mehrmals) ändern (Kosten, aber auch Leistungsindikatoren wie km und Stunden infolge Angebotsoptionen). Erst danach liegen die für die Benchmark-Analyse benötigten Daten definitiv für zwei Jahre vor.

Für den Zeitraum vom Einreichen der Erstofferten bis zum Abschluss der Angebotsvereinbarungen **ist vom BAV in Absprache mit den Kantonen ein geeigneter Prozess für das Datenmanagement zu definieren**, welcher insbesondere den Akteuren klare Rollen zuweist. Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- **Plausibilisierung:** die von den TU eingereichten Daten sind laufend, zumindest aber bei Einreichung der Erstofferte und bei Abschluss der Angebotsvereinbarung zu plausibilisieren, z.B. anhand von Erfahrungswerten. In der Benchmark-Excel-Anwendung werden dazu Kennzahlen berechnet und unplausible Werte automatisch gekennzeichnet. Ein (evtl. teilautomatisierter) Vergleich der Indikatoren bzw. Kennzahlen mit den Vorjahreszahlen könnte ebenfalls hilfreich sein. Unplausible Werte können in den wenigsten Fällen direkt korrigiert werden, sondern bedürfen erfahrungsgemäss (teilweise langwieriger) Abklärungen bei den TU.
- **Konsistenz:** Sobald das BAV die Daten an die Kantone übermittelt hat (Erstofferten, evtl. auch Zwischenofferten), sind verschiedene «Kopien» derselben Datensätze im Umlauf. Es ist sicherzustellen, dass diese konsistent sind, d.h. dass Korrekturen in allen «Kopien» gleich vorgenommen werden. Dies ist insbesondere herausfordernd bei Datenfehlern, welche durch die Kantone aufgedeckt werden (im Zuge von Auswertungen oder Plausibilisierungen). Die vom BAV geplante Einführung einer zentralen Datenbank, auf welche alle Akteure zugreifen können, wird diese Problematik entschärfen.
- **Aktualität:** Im Hinblick auf Zwischenanalysen ist sicherzustellen, dass die Daten laufend korrekt aktualisiert werden, sei es nach der Korrektur von Datenfehlern oder bei neuen Offertversionen.

Nach Abschluss aller Angebotsvereinbarungen können die nationalen RPV-Vergleichsdaten (für überkantonale Vergleiche und zur Berechnung des Benchmarks) vom BAV an die Kantone verteilt werden zur Einpflege in die Excel-Anwendungen.³⁰

Die Erfassung, Plausibilisierung und Verarbeitung von Daten des Ortsverkehrs (und anderer Nicht-RPV-Leistungen) ist Sache der einzelnen Kantone.

³⁰ Da die Kantone im Hinblick auf Mehrjahresvergleiche dieselbe Excel-Anwendung für mehrere Jahre verwenden werden, müssen die aktuellen (Vergleichs-) Daten von den Kantonen «manuell» eingepflegt werden.

7.2 Aktualisierung

7.2.1 Vergleichsdaten und Benchmark

Ein Vorteil eines nationalen Benchmark-Instruments ist, dass zur Einordnung der Ergebnisse schweizweite Vergleichsdaten zur Verfügung stehen. Diese werden vom BAV nach Abschluss aller Angebotsvereinbarungen alle zwei Jahre aufbereitet und den Kantonen (in anonymisierter Form) zur Verfügung gestellt (für beide Offertjahre).

Bei der Aktualisierung des Benchmarks sind zwei Fälle zu unterscheiden:

- Wird das Kostenmodell als Benchmark verwendet, findet keine regelmässige Aktualisierung des Benchmarks statt (vgl. Kapitel 7.2.2).
- Wird der ambitionierter Benchmark (10% günstigste TU) verwendet, wird der Benchmark in der Excel-Anwendung automatisch aktualisiert, sobald die entsprechenden nationalen Vergleichsdaten eingefügt sind. Durch die Aktualisierung des Benchmarks wird implizit auch die Teuerung berücksichtigt.

7.2.2 Kostenmodelle

Die Kostenmodelle Bus und Bahn können aktualisiert werden, indem die Koeffizienten der Modelle aufgrund aktueller (oder zusätzlicher) Daten neu geschätzt werden. Dies macht dann Sinn, wenn man davon ausgeht, dass die Kostentreiber bzw. die Indikatoren zur Beschreibung der relevanten Produktionsbedingungen dieselben bleiben, die relativen Preise der Produktionsfaktoren (z.B. Löhne, Treibstoff, Rollmaterial etc.) jedoch ändern, und damit auch ihre relativen Einflüsse auf die Produktionskosten.

Eine solche Neuschätzung der Koeffizienten ist frühestens ca. 2026 angezeigt. Bis dahin dürfte sich jedoch ohnehin eine komplett neue Modellschätzung anbieten (vgl. Kapitel 7.3). Eine alleinige Neuschätzung der Koeffizienten ist damit einzig dann zu prüfen, wenn vorher umfangreiche zusätzliche Daten für den Ortsverkehr vorliegen, welche eine bessere Abstützung des Modells in für den städtischen Verkehr charakteristischen Wertebereichen (tiefe Geschwindigkeit, hohe Nachfrage etc.) ermöglichen würden.

7.3 Weiterentwicklung

Das im Rahmen dieser Studie erarbeitete Benchmarking-Instrument ist als Prototyp zu sehen, welcher in Zukunft weiterentwickelt werden soll. Dies beinhaltet insbesondere eine komplette Neuschätzung der Kostenmodelle. Da neben dem grossen Aufwand eine zu häufige Änderung der Kostenmodelle die TU verunsichern würde, sind solche Weiterentwicklungen gezielt und spärlich vorzunehmen.

Aufgrund unserer Erfahrungen und der Ergebnisse der Befragung von Bestellern und TU (vgl. Kapitel 2) stehen für die Weiterentwicklung des Benchmark-Instruments folgende Themen im Vordergrund:

- weitergehende Teilharmonisierung der Daten, indem Aufwände für Sonder- bzw. Systemleistungen (z.B. Betrieb übergeordnete Datendrehscheibe) sowie für die Erzielung von Nebenerlösen (z.B. Distributionserlöse, Erlöse aus Extrafahrten) vorgängig ausgeklammert werden. Heute scheitert dies am fehlenden Detaillierungsgrad der

Offerten. Aus Sicht BM-Analyse sollte das BAV daher auf detailliertere Offerten (oder eine Aufschlüsselung der entsprechenden RPV-Indikatoren) hinarbeiten. Zumindest die Aufwände für Sonder- bzw. Systemleistungen sowie zur Erzielung von Neben- und Distributionserlösen sollten von den TU transparent und einheitlich ausgewiesen werden (wie heute das ISBE bei den Bahnlinien).

- Verbesserung der Datenqualität, indem einzelne RPV-Indikatoren präziser, aussagekräftiger oder praktikabler definiert (z.B. prod. Stunden, Platzkm Bahn, einheitliche Umlegung von Allgemeinkosten auf die einzelnen Linien) und die Vorgaben konsequent eingefordert werden.
- Stärkere Berücksichtigung der spezifischen Rahmenbedingungen in Stadtgebieten, indem möglichst der gesamte Ortsverkehr für die Modellbildung herangezogen wird. Dies bedingt, dass die RPV-Indikatoren zukünftig integral auch für den Ortsverkehr erhoben werden. Damit wäre evtl. auch eine Ausweitung des Benchmark-Instruments auf Trolleybus- und Tramlinien möglich.
- Berücksichtigung zusätzlicher Aspekte der Produktionsbedingungen wie Antriebsart (wird in Zukunft an Bedeutung gewinnen), Topographie, Abschreibungsmethode und Beschaffungsstrategie Rollmaterials (Bahn), Lohnniveau etc., indem zusätzliche Daten erhoben werden.

Zudem sind die Ergebnisse aus dem laufenden Projekt «Guidance» zu berücksichtigen.

Die Weiterentwicklung des Benchmark-Instruments bedingt (mehrheitlich) eine Überprüfung/Revision/Ergänzung des RPV-Indikatorensystems aus der Optik der Benchmark-Analyse. Bevor anschliessend neue Kostenmodelle aufgrund der revidierten RPV-Indikatoren berechnet werden können, muss das neue Indikatorensystem zuerst in der Praxis etabliert werden. Dies dauert erfahrungsgemäss 1-2 Bestellperioden. Vor 2026 ist es deshalb nicht realistisch, die Kostenmodelle neu zu berechnen. Damit präsentiert sich ein möglicher Fahrplan für die Weiterentwicklung wie folgt:

- 2022: Revision RPV-Indikatorensystem
- 2023-2025: Etablierung in der Praxis (2 Bestellperioden)
- 2026: Schätzung neuer, verfeinerter Kostenmodelle

Parallel dazu ist zu prüfen, ob das Qualitätssystem QMS RPV schweizweit (inklusive Ortsverkehr) komplett (inkl. DPM³¹) zu implementieren ist, damit die Qualitätsseite ebenfalls in die Benchmark-Analyse integriert werden kann. Das vorliegende Benchmark-Instrument ist aufwärtskompatibel und steht dem nicht entgegen.

³¹ Direct Performance Measure (Pünktlichkeitsmessung)

8 Vertiefender Benchmark

Die in den Kapiteln 4 und 5 präsentierten Kostenmodelle erlauben die Identifikation von Linien bzw. TU mit erhöhten Kosten, liefern aber keine Diagnose dazu. Diese Lücke soll mit einem vertieften Benchmark geschlossen werden.

Da eine solche Diagnose zwangsläufig über die Analyse einzelner Kostenblöcke führen muss, ist eine einheitliche Kostenzuteilung seitens der TU eine wichtige Voraussetzung für die Errichtung eines solchen vertiefenden Benchmarks. Das BAV führt zurzeit (Frühling 2021) mit Vertretern der TU das Projekt «Guidance» durch, welches u.a. die Harmonisierung der Kostenstruktur der Unternehmen bezweckt. Die Ergebnisse dieses Projekts werden eine wichtige Grundlage des vertiefenden Benchmarks darstellen.

Das BAV erwägt weiter, künftig eine zentrale Datenbank für den RPV einzurichten, in welcher die Unternehmen u.a. die Kosten nach einer vorgegebenen Struktur erfassen.

In diesem Kapitel skizzieren wir das Vorgehen zur Errichtung des vertiefenden Benchmarks sowie mögliche Hindernisse und denkbare Lösungsansätze.

Die Verordnung über das Rechnungswesen der konzessionierten Unternehmen (RKV) legt die Mindestgliederung der Kosten pro Linie der Sparte RPV fest (Art. 17 Abs. 1 RKV):

- Busverkehr:
 - für das Führen der Fahrzeuge
 - für die Sicherheitsbegleitung
 - für Strassenfahrzeuge unterteilt nach Fahrzeugkategorien
 - für den Verkauf und Vertrieb
 - für die Verwaltung
 - für die Kürzung des Vorsteuerabzugs aufgrund der Abgeltung
- Bahnverkehr
 - für das Führen der Fahrzeuge
 - für die Zugs- und Sicherheitsbegleitung
 - für Eisenbahnfahrzeuge, unterteilt in die wesentlichen Typen von Zugkompositionen und getrennt nach: Betrieb und Unterhalt, Abschreibungen und Zinsen
 - für den Verkauf und Vertrieb
 - für die Verwaltung
 - für die Kürzung des Vorsteuerabzugs aufgrund der Abgeltung

Damit ist ein minimaler Standard für die Kostenstruktur festgelegt, welcher vermutlich noch verfeinert werden kann oder muss. Die Festlegung eines Standards für die Kostenstruktur reicht jedoch für den vertiefenden Benchmark nicht aus. Es ist ebenso nötig, die Kostenpositionen einheitlich und klar zu definieren. Mit der oben dargestellten Struktur ist z.B. nicht klar, wo die Kosten eines Disponenten oder eines RBL-Systems zugeordnet werden sollen.

Die Festlegung einer Kostenstruktur bedingt eine Analyse der Aufgaben, welche die Unternehmen wahrnehmen und der Kostenpositionen, welche aktuell von den TU verwendet werden (separat für Bus- und Bahnverkehr). Es ist z.B. denkbar, dass gewisse TU auch Aufgaben in Zusammenhang mit der Angebotsplanung wahrnehmen, während in anderen Fällen die Besteller sich darum kümmern usw.

Der vertiefende Benchmark kann jedoch nicht alle Spezialfälle berücksichtigen. Er muss sich auf den Normalfall fokussieren. Deswegen wäre einen Überblick über die «üblichen» (Standard-) Produktionsabläufe der Unternehmen hilfreich.

Gewisse Dienstleistungen werden von den TU extern eingekauft; das betrifft klassischerweise spezialisierte Tätigkeiten wie z. B. Fahrzeugunterhalt, Sicherheitsbegleitung, Fahrausweiskontrolle usw., aber nicht selten auch die gesamte Fahrleistungserbringung. Für diese Dienstleistungen verfügen die TU über weniger Detail-Informationen als bei den Eigenleistungen; es ist anzunehmen, dass diverse dieser Dienstleistungen pauschal abgerechnet werden. Wenn z.B. Unterhalt, Reinigung und Betankung der Fahrzeuge häufig in einem Paket extern eingekauft werden, ist es schwierig, nachträglich diese Kosten für den vertieften Benchmark zu trennen. Dies gilt noch mehr bei der Untervergabe ganzer Fahrleistungen.

Eine weitere Abgrenzungsschwierigkeit besteht für Personal / Infrastrukturen, die mehrere Aufgaben wahrnehmen bzw. mehreren Zwecken dienen. So z.B. ein Mechaniker, der auch als (Pikett-) Fahrer im Einsatz ist. Auch hier sind Festlegungen nötig, wie diese Kosten aufgeteilt und zugeordnet werden sollen.

Der vertiefende Benchmark sollte sich auf folgende Grundsätze / Prinzipien stützen:

- Er soll für die TU keinen unverhältnismässigen Zusatzaufwand verursachen (besser pragmatisch als theoretisch perfekt)
- Er soll sich auf die relevantesten Kostenpositionen konzentrieren

Für die Ausarbeitung sehen wir einen Ablauf in zwei Phasen vor.

Die **erste Phase** dient dazu, die Grundlagen festzulegen und umfasst folgende Arbeitsschritte³² (grundsätzlich separat für Bus- und Bahnverkehr):

- Analyse der bisherigen Plan- und Ist-Rechnungen:
 - Ermittlung / Systematisierung der Kostenstrukturen
 - Ermittlung der Relevanz der unterschiedlichen Kostenpositionen
- Umfrage bei den TU, um die Produktionsabläufe und die Buchungspraxis zu erfassen (was wird wo erfasst, mindestens für die relevantesten Kostenpositionen, welche Kostenpositionen können eher getrennt werden, welche eher nicht)
- Definition der massgebenden Kostenstruktur
- Definition der Prinzipien für die Zuteilung der Kosten zu den festgelegten Kostenpositionen (was gehört wohin, wie ist im Zweifelsfall vorzugehen usw.)

Auf Grund des aktuellen Kenntnisstands stellen «Fahrpersonal» und «Fahrzeugkosten» die wichtigsten Kostenpositionen im Busverkehr dar (vgl. Abbildung 1). Zusammen mit den relativ einfach abgrenzbaren «Abschreibungen» und «Treibstoffkosten» machen sie fast 90% der Gesamtkosten einer Buslinie aus. Im Bahnverkehr stellen «Zugführung», «Unterhalt» und «Abschreibungen» die wichtigsten Kostenpositionen dar (65% der teilharmonisierten Kosten, vgl. Abbildung 4). Die Abklärungen sollen bei diesen Themen beginnen³³.

Sind die Kostenstruktur und -Zuteilungen definiert und harmonisiert, beginnt die **zweite Phase** der Arbeiten. In dieser Phase geht es darum, die Daten explorativ auszuwerten und zweckmässige Kennzahlen zu bilden. Abzuklären ist insbesondere die Frage, ob die

³² Evtl. werden gewisse Arbeiten bereits im Rahmen des Projekts «Guidance» angegangen.

³³ Nebenerlöse und Nebengeschäfte sind ebenfalls wichtige Themen. Dazu vgl. die Ausführungen im Kapitel 7.

Auswertung von einfachen Kennzahlen (z.B. Fahrzeugkosten pro Fahrzeug-km, Lohnkosten pro Chauffeurstunde, Verwaltungskosten pro Pkm etc.) im Vergleich mit einem zu ermittelnden Branchendurchschnitt, eventuell unterteilt nach Klassen (Regionen, TU mit ähnlichen Verkaufskanälen etc.) ausreichende und genügend belastbare Informationen liefert, um die Abweichungen vom Benchmark zu erklären. Ist das nicht der Fall, ist zu überlegen, ob auch für den vertiefenden Benchmark weitere Kostenmodelle entwickelt und benützt werden müssen. Je nach Ergebnissen dieser zweiten Phase wird es eventuell nötig sein, gewisse Änderungen an den Festlegungen aus der ersten Phase vorzunehmen.

Wir erläutern beispielhaft für die Kosten des Fahrpersonals, die wichtigste Kostenposition im Busverkehr, das Vorgehen in der zweiten Phase.

In einem ersten Schritt sind die Daten explorativ durch die Bildung von zweckmässigen Kennzahlen auszuwerten. Es ist naheliegend, die Kosten des Fahrpersonals im Verhältnis zu Kennzahlen zur Leistungsherstellung zu setzen, wie z. B.: Fahrplanstunden, produktive Stunden oder Produktive km. Je nach Kostenposition kann es zweckmässig sein, mehrere Kennzahlen zu bilden und zu betrachten.

Die Ergebnisse werden zeigen, inwieweit die erhaltenen Kennzahlen in etwa homogen für alle TU sind. Überschreitet die Heterogenität der Kennzahlen eine gewisse, noch zu definierenden, Schwelle³⁴, ist zu prüfen, ob die TU in homogene (vergleichbare) Cluster geschichtet werden sollen. Die Clusterbildung kann für unterschiedliche Merkmale erfolgen: Region, Unternehmungsgrösse, Einsatzgebiet (Stadt, Land) usw. Die Cluster-Bildung kann mit statistischen Methoden unterstützt werden.

Kann auch mit der Clusterbildung keine hinreichende Homogenität der Kennzahlen erreicht werden, ist zu prüfen, ob die Unterschiede anhand eines Kostenmodells erklärt werden können. Dieses Vorgehen ist aufwendig und benötigt zusätzliche erklärende Daten / Informationen, wie z.B. das Dienstalter des Personals, das Vorhandensein eines GAV usw. Es kann nur für Kostenpositionen wie die Kosten des Fahrpersonals in Betracht gezogen werden, welche eine hohe Bedeutung im Hinblick auf die Vollkosten haben. Ist auch dieses Vorgehen nicht möglich, muss auf den vertiefenden Benchmark für die Kosten des Fahrpersonals verzichtet werden.

Die oben erwähnten Abklärungen sind für die wichtigsten Kostenpositionen durchzuführen. Kommt für eine sehr wichtige Kostenposition, wie die Kosten des Fahrpersonals im Busverkehr, kein vertiefender Benchmark zustande, ist zu prüfen, ob es sich überhaupt lohnt, diese Abklärung für andere, weniger wichtige Kostenpositionen noch vorzunehmen.

³⁴ Z. B. Anhand von Streuungsparametern.

Die nachfolgende Tabelle zeigt für die Kostenpositionen des Busverkehrs gemäss Art. 17 RKV die Kennzahlen, welche geprüft werden können.

Tabelle 2: Kostenpositionen und Kennzahlen Busverkehr

Kostenposition	Kennzahlen	Bemerkungen
Kosten für das Führen der Fahrzeuge	Kosten / Chauffeurstunde Kosten / Fahrplanstunden Kosten / Produktive Stunden	
Kosten für die Sicherheitsbegleitung	Kosten / Einsatzstunden der Sicherheitsbegleitung Kosten / Produktive km mit Sicherheitsbegleitung	Nicht alle TU bieten eine Sicherheitsbegleitung. Ausserdem kann sich die Begleitung nur auf bestimmte Stunden / Linien beschränken.
Kosten für Strassenfahrzeuge unterteilt nach Fahrzeugkategorien	Kosten / Produktive km	Produktive km der entsprechenden Fahrzeugkategorie
Kosten für den Verkauf und Vertrieb	Kosten / Pkm Kosten / Einsteiger	
Kosten für die Verwaltung	Kosten / Fahrplanstunden Kosten / Produktive Stunden Kosten / Produktive km	
Kosten für die Kürzung des Vorsteuerabzugs aufgrund der Abgeltung	-	Wird bei der Kostenharmonisierung herausgerechnet

Einzelne dieser Kostenpositionen müssen für eine differenzierte Analyse sicher noch weiter unterteilt werden, z.B. Fahrzeugkosten in

- variable, laufleistungsabhängige Kosten (Unterhalt, Treibstoffkosten)
- Fixkosten (Abschreibungen, Kapitalkosten)

oder Kosten für Verkauf und Vertrieb in

- Distribution
- Marketing.

Die Kennzahlen müssen so gebildet werden, dass die Gründe für die Kosten eines TU möglichst isoliert werden können. Die Chauffeurkosten pro km sind dazu beispielweise wenig geeignet, da sie auf eine Vielzahl von Gründen beruhen können (tiefe Fahrgeschwindigkeit, ineffizienter Fahrplan, viele unproduktive Stunden infolge Leerfahrten o.a., generell hohes Lohnniveau, hoher Anteil an älteren Chauffeuren etc.). Mit den Chauffeurkosten pro Einsatzstunde hingegen kann (immerhin) das Lohnniveau separat beurteilt werden; ob es auf das generelle Lohnniveau in der Region, in der TU oder auf die Altersstruktur des betreffenden Fahrpersonals zurückzuführen ist, kann freilich auch hier nur in Verbindung mit weiteren Kennzahlen (oder einem separaten Kostenmodell für die Chauffeurkosten) beurteilt werden.

Generell kann bei der Erarbeitung des vertiefenden Benchmarks gut schrittweise vorgegangen werden: es ist ohne weiteres denkbar, dass der vertiefende Benchmark in einem ersten Schritt nur ausgewählte Kostenpositionen, für welche die Kostenzuteilung einheitlich vorgenommen werden kann, umfasst und erst später auf alle Kostenpositionen ausgeweitet wird.

Rapp Trans AG

Dieter Egger
Projektleiter

Paolo Todesco
Hauptsachbearbeiter

Zürich, 20. Juli 2021 / 2061.252 / TPa, eg, GM

Anhang 1: Datengrundlage Bus- und Bahnverkehr

Indikatoren RPV

Vollkosten

Formel/ Herkunft	Erhobene Daten.
Erläuterung	Die Vollkosten umfassen sämtliche Kosten, die der betreffenden Linie verrechnet werden. In erster Linie handelt es sich dabei um die Kosten für die Erbringung der Fahrleistung. Werden einer Linie auch Nebenerlöse angerechnet, sind die Kosten, die für die Erzielung dieser Nebenerlöse anfallen, ebenfalls unter den Vollkosten auszuweisen. Nach dem Bruttoprinzip sind somit nicht netto die Gewinne der Nebenerlöse, sondern brutto die Kosten und die Erlöse zur Erzielung der Nebenerlöse anzugeben. ³⁵
Relevanz	Die Vollkosten (bzw. die harmonisierten Vollkosten pro km, vgl. unten) sind die Grösse, die pro Linie mit dem Kostenmodell prognostiziert werden soll.

Fahrplanstunden

Formel/ Herkunft	Erhobene Daten.
Erläuterung	Die Fahrplanstunden entsprechen den im Fahrplan publizierten Reisezeiten von der Abfahrtsstation zur Zielstation. Nicht enthalten sind somit: ³⁶ • Ein-/Ausfahrten • Übergangsfahrten • Leerfahrten • Wendezeiten
Relevanz	Die Fahrplanstunden quantifizieren die im Fahrplan angebotenen Fahrzeug-Stunden pro Linie.

Produktive Stunden

Formel/ Herkunft	Erhobene Daten.
Erläuterung	Stundenleistung des für Fahrgäste benutzbaren Angebotes, d.h. Fahrplanstunden plus Wendezeiten (max. 128 Minuten im Bus- und 68 Minuten im Bahnbereich), somit ohne Ein-/Ausfahrten und Übergangsfahrten und sonstigen Leerfahrten. Findet an Stelle einer einfachen Wende ein Übergang auf eine andere Linie ohne Übergangsfahrt statt, ist die Übergangszeit hälftig den beiden Linien zuzuscheiden. Die produktiven Stunden umfassen auch die geplanten bzw. geleisteten Doppelführungen (Beiwagen), die separat auszuweisen sind (Total produktive Stunden und davon Beiwagen-Stunden). ³⁷
Relevanz	Die produktiven Stunden quantifizieren das Angebot als Fahrzeug-Stunden pro Linie.

³⁵ Leitfaden Kennzahlen RPV, BAV, 2017

³⁶ Leitfaden Kennzahlen RPV, BAV, 2017

³⁷ Leitfaden Kennzahlen RPV, BAV, 2017

Produktive km

Formel/ Herkunft	Erhobene Daten.
Erläuterung	Die produktiven Kilometer umfassen dieselben Leistungen wie die produktiven Stunden, nämlich die für die Kunden nutzbaren Kilometer. In den prod. Kilometern enthalten sind: ³⁸ - Fahrplankilometer - geplante bzw. geleistete Beiwagenkilometer Nicht in den produktiven Kilometern enthalten sind: - Ein-/Ausfahrten - Übergangsfahrten - Leerfahrten, Extrafahrten ...
Relevanz	Die produktiven km quantifizieren das Angebot als Fahrzeug-km pro Linie.

Abgeltung RPV

Formel/ Herkunft	Erhobene Daten.
Erläuterung	Die Abgeltung entspricht grundsätzlich den ungedeckten Kosten (Vollkosten - Erlöse) auf den abgeltungsberechtigten Linien. ³⁹
Relevanz	Die Abgeltung wird nur für die Bestimmung der Vorsteuerkürzung (Kostenposition) benötigt (aktuell 3.4% der Abgeltung). Davon abgesehen hat sie keinen Erklärungsgehalt für die Kosten.

Einsteiger

Formel/ Herkunft	Erhobene Daten.
Erläuterung	Summe der eingestiegenen Passagiere auf der jeweiligen Linie.
Relevanz	Die Kennzahl Einsteiger quantifiziert die Nachfrage als Anzahl Passagiere pro Linie.

Platz-km

Formel/ Herkunft	Anzahl Sitzplätze der eingesetzten Fahrzeuge * produktive Kilometer
Erläuterung	Busbereich Vorgabe BAV pro Fahrzeugkategorie (entspricht einer durchschnittlichen Kapazität): - Kleinbusse: effektive Anzahl Sitzplätze⁴⁰ - Midibusse (9 bis < 11-Meter-Bus): 60 Plätze - Standardbus (11 bis < 13-Meter-Bus): 90 Plätze 15-Meter-Bus (13 bis < 18-Meter-Bus): 115 Plätze - Doppelstockbus: 115 Plätze - Gelenkbus: 140 Plätze. Bahnbereich Bei den Bahnen und Schiffen ist eine Kategorisierung analog der Busse nicht sinnvoll. Hier sind die effektiven Sitzplätze der eingesetzten Fahrzeuge berücksichtigt.
Relevanz	Die Platz-km quantifizieren das Angebot an Sitzplätzen pro Linie.

³⁸ Leitfaden Kennzahlen RPV, BAV, 2017

³⁹ Leitfaden Kennzahlen RPV, BAV, 2017

⁴⁰ Leitfaden Kennzahlen RPV, BAV, 2017

Personen-Km (Pkm)

Formel/ Herkunft	Erhobene Daten.
Erläuterung	Die Personenkilometer entsprechen den von allen Passagieren gesamthaft gefahrenen Kilometern. ⁴¹
Relevanz	Die Kennzahl quantifiziert die Nachfrage pro Linie

Beiwagen (km oder Std)

Formel/ Herkunft	Erhobene Daten.
Erläuterung	Die Beiwagen sind Leistungen (in km oder Stunden), die nicht zum Fahrplan gehören (z.B. Verstärkung eines Kurses wegen (zu) hoher Nachfrage) und sind Teil der produktiven Leistungen (km oder Stunden).
Relevanz	Die Beiwagen-Leistungen quantifizieren die nicht fahrplanmässigen Leistungen, die vom Transportunternehmen pro Linie geleistet werden. Beiwagen-km sind teurer als reguläre Kilometer (Vorhaltekosten, oft mit leerer Rückfahrt)

⁴¹ Leitfaden Kennzahlen RPV, BAV, 2017

Kennzahlen RPV und weitere Kennzahlen aus RPV-Grunddaten

Umlaufgeschwindigkeit

Formel/ Herkunft	Umlaufgeschwindigkeit=Prod-km/Prod-std (Kennzahl RPV gemäss Leitfaden BAV ⁴²)
Erläuterung	Durchschnittliche Geschwindigkeit (inkl. Wendezeiten exkl. Ein-/Ausfahrten).
Relevanz	Die Geschwindigkeit beeinflusst direkt die Fahrpersonalkosten/km, welche bei Buslinien den grössten Kostenblock darstellen; die Umlaufgeschwindigkeit (welche auch die Wendezeiten berücksichtigt) wird verwendet in der Annahme, dass die Wendezeiten durch die Transportunternehmen nicht beeinflusst werden können.

Fahrgeschwindigkeit

Formel/ Herkunft	Fahrgeschwindigkeit=Prod-km/Fahrplanstunden
Erläuterung	Effektive durchschnittliche Geschwindigkeit zwischen Anfangs- und Endpunkt einer Linie inkl. Halte und Fahrgastwechsel (Wendezeiten sowie Ein-/Ausfahrten werden nicht erfasst).
Relevanz	siehe Umlaufgeschwindigkeit.

Fahrplaneffizienz

Formel/ Herkunft	FP-Effizienz=Fahrplanstunden/Prod.std (Kennzahl RPV gemäss Leitfaden BAV)
Erläuterung	Zeigt die Produktivität des Fahrplans. Wie gross ist der Anteil der effektiven Fahrzeiten verglichen mit der gesamten prod. Einsatzzeit (=Fahrplanstunden plus Wendezeiten)? Die Kennzahl dient zur Überprüfung der Angebote bzw. Fahrpläne.
Relevanz	Eine hohe FP-Effizienz bedeutet weniger Wendezeiten im Fahrplan. Die Produktionsbedingungen sind somit günstig und die Vollkosten pro km potenziell tiefer.

Anteil Beiwagen (BW)

Formel/ Herkunft	Anteil BW=Prod-km (Beiwagen)/Prod-km
Erläuterung	Anteil der produktiven km oder Stunden, die im Fahrplan nicht vorgesehen sind.
Relevanz	Beiwagen-Leistungen sind potenziell teurer als reguläre Leistungen (zusätzliche Vorhaltekosten und oft leere Rückfahrten).

Vorsteuerkürzung

Formel/ Herkunft	effektive Vorsteuerkürzung gemäss Offerten oder berechnet als 0.034*Abgeltung
Erläuterung	«Beiträge der öffentlichen Hand gelten für die Mehrwertsteuer nicht als steuerbares Entgelt. Dies führt für die Empfänger solcher Beiträge wie beispielsweise konzessionierte Transportunternehmen und Infrastrukturbetreiberinnen zu einer anteilmässigen Vorsteuerabzugskürzung. Die Eidgenössische Steuerverwaltung vereinbart dafür einen

⁴² Im Leitfaden des BAV wird diese Kennzahl als «durchschnittliche Geschwindigkeit» bezeichnet.

	Pauschalsatz, der laufend überprüft und angepasst wird.» ⁴³ Aktuell beträgt die Vorsteuerkürzung 3.4%.
Relevanz	Dieser Teil der Kosten kann von den TU nicht direkt beeinflusst werden und wird daher vorgängig von den Vollkosten abgezogen.

Harmonisierte Vollkosten pro km

Formel/ Herkunft	Busbereich: Harm. VK = Vollkosten - Vorsteuerkürzung Bahnbereich: Harm. VK = Vollkosten - Vorsteuerkürzung - ISBE⁴⁴ Harm. Kosten pro km = Harm. VK/Prod-km
Erläuterung	Die Vollkosten werden harmonisiert, indem sie um diejenigen Kostenpositionen reduziert werden, welche von den Transportunternehmen kaum beeinflusst werden können und aus den Offerten klar abgrenzbar sind. Daraus resultieren die sog. harmonisierten Kosten.
Relevanz	Die harmonisierten Kosten pro km werden mit den Kostenmodell prognostiziert (=Zielgrösse im Kostenmodell).

Durchschnittliche Fahrzeuggrösse

Formel/ Herkunft	Fahrzeuggrösse=Platz-km/Prod-km
Erläuterung	Zeigt die durchschnittliche Grösse (gemessen in Sitzplätzen gemäss Definition Leitfaden Kennzahlen RPV) der auf der Linie eingesetzten Fahrzeuge. Es können auf einer Linie mehrere Fahrzeugtypen eingesetzt werden.
Relevanz	Grössere Fahrzeuge sind sowohl in der Beschaffung (inkl. Finanzierung) als auch im Betrieb teurer; die Verwendung der Fahrzeuggrösse als erklärende Variable impliziert (vereinfachend), dass die Fahrzeuggrösse eine Produktionsbedingung darstellt, welche vom Transportunternehmen nicht beeinflusst werden kann.

Einsteiger pro km

Formel/ Herkunft	Einsteiger pro km=Einsteiger/Prod.km
Erläuterung	Die Anzahl eingestiegene Passagiere pro km zeigt die Dichte der Nachfrage an.
Relevanz	Mehr Einsteiger erhöhen potenziell die Kosten, weil grössere Fahrzeuge eingesetzt werden müssen und die Reinigungskosten zunehmen; zudem erfolgt die Zuschreibung von Allgemeinkosten auf die einzelnen Linien oftmals aufgrund der Verkehrserträge, welche ihrerseits wiederum von den Einsteigern (und Pers.km) abhängen. Im Übrigen korrelieren die Einsteiger/km erfahrungsgemäss mit weiteren Linieneigenschaften (z.B. haben urbane Linien mehr Einst./km als ländliche). Linienbelastung und Einsteiger/kmsind stark korreliert (beide messen die Nachfrage).

⁴³ Quelle: [Mwst-Webpublikationen \(admin.ch\)](#)

⁴⁴ Infrastrukturbenutzungsentgelt

Linienbelastung

Formel/ Herkunft	Linienbelastung = $\text{Pkm} / \text{Prod-km}$ (Kennzahl RPV gemäss Leitfaden BAV)
Erläuterung	Zeigt die Anzahl Personenkilometer pro produktiven Kilometer, dies entspricht der durchschnittlichen Anzahl Passagiere, die sich in einem Kursfahrzeug aufhalten. Dient der Charakterisierung der Linie (und der Plausibilisierung der Erlöse). ⁴⁵
Relevanz	Eine höhere Linienbelastung führt potenziell zu höheren Kosten, weil tendenziell grössere Fahrzeuge eingesetzt werden müssen und die Reinigungskosten steigen; zudem erfolgt die Zuschreibung von Allgemeinkosten auf die einzelnen Linien oftmals aufgrund der Verkehrserträge, welche ihrerseits wiederum von dem (Einsteigern und) Pers.km abhängen. Im Übrigen korreliert die Linienbelastung erfahrungsgemäss mit weiteren Linieneigenschaften (z.B. haben urbane Linien eine höhere Linienbelastung als ländliche). Linienbelastung und Einsteiger/km sind korreliert (beide messen die Nachfrage).

Auslastung

Formel/ Herkunft	Auslastung = $\text{Pkm} / \text{Platz-km}$
Erläuterung	Die Auslastung stellt die durchschnittliche Belegung der verfügbaren Sitzplätze (gemäss Definition Leitfaden Kennzahlen RPV) auf einer Linie dar.
Relevanz	Eine hohe Auslastung deutet auf eine hohe Nachfrage (potentiell höhere Kosten) bzw. auf kleineres Rollmaterial (potentiell tiefere Kosten) hin.

⁴⁵ Leitfaden Kennzahlen RPV, BAV, 2017

Weitere Linieninformationen (nur Bahn)

Zugbegleitung

Formel/ Herkunft	Einteilung durch die Besteller [ja/nein]
Erläuterung	Vereinfachend wird nur unterschieden zwischen ständiger Begleitung (=ja) und keiner Begleitung (=nein). Punktuelle Zugbegleitung (z.B. am Abend aus Sicherheitsgründen) wird nicht gesondert berücksichtigt.
Relevanz	Die ständige Zugbegleitung erhöht die Personalkosten.

Zahnrad

Formel/ Herkunft	Einteilung durch die Besteller [ja/nein]
Erläuterung	Vereinfachend wird nur unterschieden zwischen Linien mit Zahnradanteil (=ja) und solchen ohne (=nein).
Relevanz	Linien mit (teilweise) Zahnradantrieb könnten höhere Kosten aufweisen, z.B. wegen teurerem Rollmaterial oder erhöhter Unterhaltskosten.

Spurweite

Formel/ Herkunft	Einteilung durch die Besteller
Erläuterung	Normal- oder Schmalspurlinie
Relevanz	Je nach Spurweite könnten die Kosten pro Linie höher/tiefer sein.

Anhang 2: RPV-Indikatoren: Ergebnisse der Befragung

Folgende Besteller / TU haben an der Befragung teilgenommen:

Besteller	TU Bus	TU Bahn
• Kanton AG • Kanton BL • Kanton BE • Kanton SG • Kanton SO • Kanton TG • Verkehrsverbund Luzern (VVL)	• AAGL • AAGS • BBA • PAG • TPF • ZVB	• asm • AVA • SBB

Wir präsentieren die Ergebnisse separat für Bus- und Bahnlinien.

Buslinien

Tabelle 3 zeigt die Rückmeldungen von Bestellern und TU zu den RPV-Indikatoren für die Buslinien. Bei den TU wurde auch der Erhebungs-/Erfassungsaufwand erfragt.

Bei etwa der Hälfte der Fragen waren die Antworten innerhalb der Besteller bzw. TU ziemlich homogen (mindestens 5 von 7 Befragten waren der gleichen Meinung). In der anderen Hälfte der Fälle sind die Meinungen geteilt.

Die Mehrheit der Besteller beurteilt die Qualität/Zuverlässigkeit der einzelnen RPV-Indikatoren mindestens als genügend. Für die TU sieht es ähnlich aus, mit drei Ausnahmen. Eine Mehrheit der TU beurteilt die Aussagekraft der folgenden Indikatoren als ungenügend: Anzahl Kurspaare, Beiwagenleistungen (km und prod. h) und Belastung Teilstücke RPV (min./max.).

Die befragten Besteller sind alle Anwender des bestehenden Benchmarking-Systems der Kantone. Im Verlauf der Jahre haben sie eine Verbesserung der Datenqualität festgestellt, welche auf die zunehmende Kontrolle der Eingangsdaten zurückgeführt werden kann.

Verglichen mit den Bestellern beurteilen die TU die Qualität/Zuverlässigkeit diverser Indikatoren weniger kritisch, d.h. gut anstatt genügend, insbesondere die produktiven Stunden, die produktiven km, die Personen-km und die Kosten des Fahrdienstpersonals. Bei den Indikatoren zu den Abgeltungen, Anzahl Kurspaaren, Linienlängen und Beiwagenleistungen schätzen die Besteller die Qualität höher ein als die TU. Die Vollkosten und die Fahrplanstunden weisen gemäss beiden Zielgruppen eine gute Qualität bzw. Aussagekraft auf, wobei die Aussage der Besteller nur auf Ebene TU gültig ist (tw. fragwürdige Aufteilung auf die einzelnen Linien).

Die Besteller beurteilen insbesondere die Qualität/Zuverlässigkeit der Angaben zu den produktiven Stunden als kritisch (für die Mehrheit der TU ist sie gut). Produktive Stunden sind keine massgebende Grösse für die TU und werden aus den Fahrplanstunden oder aus der Gesamtstundenzahl abgeleitet.

Der Erhebungsaufwand für 10 von 15 Indikatoren wird von mehr als der Hälfte der befragten TU als «einfach, praktikabel» bezeichnet. Als «aufwendig, unpraktikabel» wird von einer konsistenten Minderheit der befragten TU ($\geq 33\%$) u.a. die Erhebung der folgenden Indikatoren bezeichnet: Anzahl Kurspaare (Handzählungen nötig, Definition teilweise unklar bei unterschiedlichen Linienführungen oder Rundkursen), Beiwagenleistungen (Berechnung von Hand und/oder aus Erfahrungswerten), Linienlänge (vgl. Kurspaare) und produktive Stunden (ohne geeignetes Tool schwierig/komplex, entspricht keinem europäischen Standard).

Bahnlinien

Tabelle 4 zeigt die Rückmeldungen von Bestellern und TU zu den RPV-Indikatoren für die Bahnlinien⁴⁶.

Die Antworten der Besteller sind ähnlich wie für die Buslinien.

Die TU im Bahnbereich haben die Aussagekraft der folgenden Indikatoren anders beurteilt als die TU im Busbereich:

- Aussagekraft wurde höher eingeschätzt als im Busbereich:
 - Erlöse: Die Mehrheit der TU schätzt die Aussagekraft⁴⁷ als gut ein (anstatt genügend/ungenügend)
 - Abgeltung: Die Mehrheit der TU schätzt die Aussagekraft als gut ein (anstatt genügend)
 - Anzahl Kurspaare: Die Mehrheit der TU schätzt die Aussagekraft als genügend ein (anstatt ungenügend)
 - Belastung Teilstücke RPV (min./max.): Die Mehrheit der TU schätzt die Aussagekraft als genügend ein (anstatt ungenügend)
- Aussagekraft wurde tiefer eingeschätzt als im Busbereich:
 - Vollkosten: Die Mehrheit der TU schätzt die Aussagekraft als genügend ein (anstatt gut)
 - Produktive Stunden: Die Mehrheit der TU schätzt die Aussagekraft als ungenügend ein (anstatt gut)

Der grösste Unterschied betrifft die produktiven Stunden. Fünf von sieben TU im Busbereich haben die Aussagekraft dieses Indikators als gut bezeichnet. Keine TU aus dem Bahnbereich teilt diese Meinung.

Der Erhebungsaufwand wird für die Mehrheit der Indikatoren ähnlich eingeschätzt wie im Busbereich. Die TU im Bahnbereich sind weniger kritisch bezüglich der Linienlänge und etwas kritischer bezüglich der Einsteiger.

⁴⁶ zu den Bahnlinien haben sich nur 6 Besteller geäußert. Bei gewissen Fragen haben die TU mehrere Antworten gegeben. Deshalb weist die Tabelle z. T. vier Antworten aus, obwohl nur drei TU teilgenommen haben.

⁴⁷ Gemeint ist die Aussagekraft im Hinblick auf eine Benchmark-Analyse, welche teilweise angezweifelt wird, weil die TU die Erlöse bzw. Abgeltungen nur ungenügend beeinflussen können.

Tabelle 3: RPV-Indikatoren Buslinien, Qualität/Aussagekraft und Erhebungsaufwand

Indikator RPV	Qualität / Aussagekraft				Aufwand bei der Erhebung/Erfassung	
		Besteller	TU			TU
Vollkosten	Gut	Anzahl in % 5 83%	Anzahl in % 4 57%	Einfach, praktikabel	Anzahl in % 6 100%	
	Genügend	1 17%	1 14%	Akzeptabel	0 0%	
	Ungenügend	0 0%	2 29%	Aufwendig, unpraktikabel	0 0%	
Erlöse	Gut		2 25%	Einfach, praktikabel	5 71%	
	Genügend		3 38%	Akzeptabel	0 0%	
	Ungenügend		3 38%	Aufwendig, unpraktikabel	2 29%	
Abgeltung nach RPV	Gut	3 50%	2 29%	Einfach, praktikabel	5 71%	
	Genügend	2 33%	3 43%	Akzeptabel	2 29%	
	Ungenügend	1 17%	2 29%	Aufwendig, unpraktikabel	0 0%	
Abgeltung nach Art. 28.4 PBG	Gut		2 29%	Einfach, praktikabel	5 71%	
	Genügend		3 43%	Akzeptabel	2 29%	
	Ungenügend		2 29%	Aufwendig, unpraktikabel	0 0%	
Personenkilometer	Gut	1 17%	6 86%	Einfach, praktikabel	6 86%	
	Genügend	5 83%	0 0%	Akzeptabel	1 14%	
	Ungenügend	0 0%	1 14%	Aufwendig, unpraktikabel	0 0%	
Einsteiger	Gut	3 43%	3 60%	Einfach, praktikabel	6 75%	
	Genügend	4 57%	0 0%	Akzeptabel	2 25%	
	Ungenügend	0 0%	2 40%	Aufwendig, unpraktikabel	0 0%	
Prod. Kilometer	Gut	1 14%	6 75%	Einfach, praktikabel	5 56%	
	Genügend	6 86%	1 13%	Akzeptabel	1 11%	
	Ungenügend	0 0%	1 13%	Aufwendig, unpraktikabel	3 33%	
Prod. Stunden	Gut	0 0%	5 71%	Einfach, praktikabel	3 38%	
	Genügend	4 57%	1 14%	Akzeptabel	2 25%	
	Ungenügend	3 43%	1 14%	Aufwendig, unpraktikabel	3 38%	
Fahrplanstunden	Gut	4 57%	7 100%	Einfach, praktikabel	6 75%	
	Genügend	2 29%	0 0%	Akzeptabel	1 13%	
	Ungenügend	1 14%	0 0%	Aufwendig, unpraktikabel	1 13%	
Platzkilometer	Gut	1 17%	3 38%	Einfach, praktikabel	3 50%	
	Genügend	5 83%	2 25%	Akzeptabel	1 17%	
	Ungenügend	0 0%	3 38%	Aufwendig, unpraktikabel	2 33%	
Fahrdienstpersonalkosten (nur Bus)	Gut	2 33%	6 86%	Einfach, praktikabel	4 67%	
	Genügend	2 33%	0 0%	Akzeptabel	2 33%	
	Ungenügend	2 33%	1 14%	Aufwendig, unpraktikabel	0 0%	
Anzahl Kurspaare	Gut	5 71%	0 0%	Einfach, praktikabel	3 43%	
	Genügend	1 14%	3 38%	Akzeptabel	1 14%	
	Ungenügend	1 14%	5 63%	Aufwendig, unpraktikabel	3 43%	
Linienlänge	Gut	5 71%	2 29%	Einfach, praktikabel	2 33%	
	Genügend	1 14%	3 43%	Akzeptabel	2 33%	
	Ungenügend	1 14%	2 29%	Aufwendig, unpraktikabel	2 33%	
Beiwagenleistungen (km und prod. h)	Gut	1 17%	1 20%	Einfach, praktikabel	1 20%	
	Genügend	4 67%	1 20%	Akzeptabel	2 40%	
	Ungenügend	1 17%	3 60%	Aufwendig, unpraktikabel	2 40%	
Belastung Teilstücke RPV (min./max.)	Gut		1 17%	Einfach, praktikabel	1 20%	
	Genügend		0 0%	Akzeptabel	3 60%	
	Ungenügend		5 83%	Aufwendig, unpraktikabel	1 20%	

Anzahl Fett: Klare Meinung der Befragten (mindestens 5 von 7 Befragten haben die Antwort gewählt)

Grün hinterlegt: Anteil «Gut» / «Einfach, praktikabel» ≥ 50%

Rot hinterlegt: Anteil «Ungenügend» bzw. «Aufwendig, unpraktikabel» ≥ 33%

Tabelle 4: RPV-Indikatoren Bahnlinien, Aussagekraft und Erhebungsaufwand

Indikator RPV	Qualität / Aussagekraft				Aufwand bei der Erhebung/Erfassung	
		Besteller	TU			TU
Vollkosten		Anzahl in %	Anzahl in %		Anzahl in %	
	Gut	4 80%	1 33%	Einfach, praktikabel	3 100%	
	Genügend	1 20%	2 67%	Akzeptabel	0 0%	
	Ungenügend	0 0%	0 0%	Aufwendig, unpraktikabel	0 0%	
Erlöse						
	Gut		2 67%	Einfach, praktikabel	3 100%	
	Genügend		1 33%	Akzeptabel	0 0%	
	Ungenügend		0 0%	Aufwendig, unpraktikabel	0 0%	
Abgeltung nach RPV						
	Gut	2 40%	2 67%	Einfach, praktikabel	3 100%	
	Genügend	2 40%	1 33%	Akzeptabel	0 0%	
	Ungenügend	1 20%	0 0%	Aufwendig, unpraktikabel	0 0%	
Abgeltung nach Art. 28.4 PBG						
	Gut		1 33%	Einfach, praktikabel	2 67%	
	Genügend		2 67%	Akzeptabel	1 33%	
	Ungenügend		0 0%	Aufwendig, unpraktikabel	0 0%	
Personenkilometer						
	Gut	2 40%	2 67%	Einfach, praktikabel	3 100%	
	Genügend	3 60%	1 33%	Akzeptabel	0 0%	
	Ungenügend	0 0%	0 0%	Aufwendig, unpraktikabel	0 0%	
Einsteiger						
	Gut	3 50%	1 25%	Einfach, praktikabel	1 33%	
	Genügend	3 50%	1 25%	Akzeptabel	1 33%	
	Ungenügend	0 0%	2 50%	Aufwendig, unpraktikabel	1 33%	
Prod. Kilometer						
	Gut	3 50%	2 67%	Einfach, praktikabel	2 50%	
	Genügend	3 50%	1 33%	Akzeptabel	1 25%	
	Ungenügend	0 0%	0 0%	Aufwendig, unpraktikabel	1 25%	
Prod. Stunden						
	Gut	0 0%	0 0%	Einfach, praktikabel	1 33%	
	Genügend	4 67%	1 33%	Akzeptabel	0 0%	
	Ungenügend	2 33%	2 67%	Aufwendig, unpraktikabel	2 67%	
Fahrplanstunden						
	Gut	4 80%	3 100%	Einfach, praktikabel	2 67%	
	Genügend	1 20%	0 0%	Akzeptabel	1 33%	
	Ungenügend	0 0%	0 0%	Aufwendig, unpraktikabel	0 0%	
Platzkilometer						
	Gut	2 40%	0 0%	Einfach, praktikabel	2 67%	
	Genügend	3 60%	1 33%	Akzeptabel	0 0%	
	Ungenügend	0 0%	2 67%	Aufwendig, unpraktikabel	1 33%	
Anzahl Kurspaare						
	Gut	4 67%	1 33%	Einfach, praktikabel	1 33%	
	Genügend	1 17%	2 67%	Akzeptabel	1 33%	
	Ungenügend	1 17%	0 0%	Aufwendig, unpraktikabel	1 33%	
Linienlänge						
	Gut	4 67%	0 0%	Einfach, praktikabel	2 67%	
	Genügend	1 17%	2 67%	Akzeptabel	1 33%	
	Ungenügend	1 17%	1 33%	Aufwendig, unpraktikabel	0 0%	
Belastung Teilstücke RPV (min./max.)						
	Gut		0 0%	Einfach, praktikabel	1 33%	
	Genügend		3 100%	Akzeptabel	1 33%	
	Ungenügend		0 0%	Aufwendig, unpraktikabel	1 33%	

Anzahl Fett: Klare Meinung der Befragten (mindestens 4 von 6 Befragten Bestellern bzw. alle TU haben die Antwort gewählt)

Grün hinterlegt: Anteil «Gut» / «Einfach, praktikabel» $\geq 50\%$

Rot hinterlegt: Anteil «Ungenügend» bzw. «Aufwendig, unpraktikabel» $\geq 33\%$

Anhang 3: Kurzbeschreibung Methodik BMCH

Das nationale Benchmark-Instrument (BMCH) erlaubt einen einfachen, aber dennoch differenzierten Kostenvergleich der von den Transportunternehmen in der Schweiz erbrachten Bus- und Bahnleistungen des öffentlichen Verkehrs.

Die Analyse erfolgt für Bahn und Bus separat, aber mit einer einheitlichen Methodik. Nicht beurteilt wird die Ertragskraft (mangelnde Vergleichbarkeit).

Die Beurteilung der Kosten basiert auf den Produktionskosten pro Kilometer jeder Linie, vorgängig bereinigt um allfällige aperiodische Sonderaufwände, Vorsteuerkürzung und Infrastrukturkosten (nur Bahn). Da sich die Produktionsbedingungen jeder Linie (Fahrplan, Angebot, Nachfrage etc.) unterscheiden, können auch diese bereinigten Kilometerkosten nicht direkt miteinander verglichen werden. Für einen differenzierten Vergleich wird deshalb für jede Linie mit einem Kostenmodell ein linienspezifischer Kosten-Benchmark berechnet, welcher die wichtigsten kostenrelevanten und von den Transportunternehmen kaum beeinflussbaren Produktionsbedingungen berücksichtigt. Indem statt der Kilometerkosten jeder Linie die Abweichung von diesem Benchmark analysiert wird, kann der Einfluss der linienspezifischen Rahmenbedingungen zu einem grossen Teil egalisiert („herausgerechnet“) werden.

Als kostenrelevante Produktionsbedingungen einer Linie berücksichtigen die Kostenmodelle

- Umlaufgeschwindigkeit (inkl. Wendezeiten)
- Fahrplaneffizienz
- Gefässgrösse
- Einsteiger/km (nur Bus)
- Linienbelastung
- Linienvolumen
- Zugbegleitung (nur Bahn)
- Traktion (mit/ohne Zahnrad, nur Bahn)

Die Identifikation dieser Faktoren und ihres (direkten oder indirekten) Einflusses auf die Produktionskosten erfolgte empirisch (Regressionsanalyse) mittels Daten von 1'160 Buslinien (Orts- und Regionalverkehr) und 234 Bahnlinien (Normal- und Schmalspur) aus der ganzen Schweiz. Die Daten (Indikatoren RPV) wurden von den Transportunternehmen ermittelt.

Die so geschätzten Kostenmodelle erklären die Mehrheit der Kostenunterschiede zwischen den Linien. Die verbleibenden Unterschiede (d.h. die Abweichungen vom Benchmark) sind zu erklären durch Effizienzunterschiede (unterschiedliches Verhalten der Transportunternehmen), aber auch durch Modellvereinfachungen bzw. durch nicht oder nur teilweise berücksichtigte Unterschiede in den Produktionsbedingungen (z.B. Lohnniveau, Sonder- oder Systemleistungen, überdurchschnittliche Aufwände für Nebenerlöse, Beiwagen etc.).

Die Ergebnisse müssen entsprechend interpretiert werden.

Die Analyse erfolgt grundsätzlich pro Linie; für eine zuverlässigere Gesamtbeurteilung werden einzelne Linien zu Linienbündeln (Transportunternehmen, Region) zusammengefasst.

Das Benchmark-Instrument zeigt den Bestellern, bei welchen Linienbündeln potentiell Handlungsbedarf zur Effizienzsteigerung besteht; daneben liefert die Analyse Hinweise zur Optimierung der Produktionsbedingungen durch Besteller und Transportunternehmen.

Den Transportunternehmen ermöglicht das Benchmark-Instrument eine Standortbestimmung im Sinne eines möglichst fairen Vergleichs der eigenen Kosten mit denjenigen anderer Unternehmen; es fördert insofern auch den (virtuellen) Wettbewerb innerhalb der Branche.



Aktenzeichen: BAV-313.142-5/2/1
Geschäftsfall:

Anhang / Annexe / Allegato 4: ÜBERSETZUNG / TRADUCTION / TRADUZIONE

Abbildung / Figure / Figura 1

Exemplarische Kostenstruktur einer Buslinie	Exemple de structure des coûts d'une ligne de bus	Esemplificazione della struttura dei costi di una linea di autobus
Vorsteuerkürzung	Réduction de l'impôt préalable	Riduzione della deduzione dell'imposta precedente
Verwaltung / Management	Gestion / administration	Amministrazione / Gestione
Marketing	Marketing	Marketing
Distribution	Distribution	Distribuzione
Zinsen	Intérêts	Intressi
Abschreibungen	Amortissements	Ammortamenti
Treibstoff	Carburant	Carburante
Fahrzeugkosten inkl. Unterhalt, Betrieb und übrige Kosten	Coûts du véhicule avec entretien, exploitation et autres coûts	Costi dei veicoli, inclusi i costi di manutenzione, funzionamento e altri costi
Fahrpersonal	Personnel roulant	Personale di guida



Abbildung / Figure / Figura 2 + 5

Produktive km	Kilomètres productifs	Km produttivi
Umlaufgeschwindigkeit [km/h]	Vitesse de circulation [km/h]	Velocità di percorso [km/h]
Fahrplaneffizienz	Efficacité de l'horaire	Efficienza dell'orario ufficiale
Fahrzeuggrösse [Sitzplätze BAV]	Taille du véhicule [places assises OFT]	Dimensione media dei veicoli [posti a sedere secondo la Guida al sistema di indici TRV]
Einsteiger pro km [Personen/km]	Personnes embarquées par km [voyageurs/km]	Passeggeri per km [viaggiatori-km]
Linienbelastung [Anzahl Personen]	Charge de la ligne [nombre de personnes]	Carico di linea [numero di viaggiatori]
Verteilung	Répartition	Distribuzione
Mittelwert	Moyenne	Valore medio

Abbildung / Figure / Figura 3 + 4

weitere Kosten	autres coûts	ulteriori costi
Verwaltungskosten	Frais d'administration	Costi amministrativi
ISBE	Coûts de la redevance pour l'utilisation de l'infrastructure	Costi corrispettivi per l'utilizzazione dell'infrastruttura
Unterhalt	Entretien	Manutenzione
Zugbegleitung	Accompagnement des trains	Accompagnamento dei treni
Zugführung	Conduite du train	Guida ai treni
Teilharmonisierung	Harmonisation partielle	Armonizzazione parziale

Abbildung / Figure / Figura 6

Bereinigung	Mise au net	Rettifica dei dati
Harmonisierung	Harmonisation	Armonizzazione
Beurteilung	Évaluation	Valutazione
LinienSelektion: Nur repräsentative Linien	Sélection de lignes : uniquement les lignes représentatives	Selezione delle linee : solo linee rappresentative
Datenbereinigung: Sonderaufwände	Mise au net des données : charges supplémentaires	Rettifica dei dati : spese speciali
1. Stufe: Ausklammerung abgrenzbare, nicht beeinflussbare Kosten: Vorsteuerminderung, ISBE (nur Bahn) 2. Stufe: Ermittlung linienspezifischer Benchmarks mittels Kostenmodell	1 ^{er} niveau : exclusion des coûts délimitables qui ne peuvent pas être influencés – réduction de l'impôt préalable, coûts de la redevance pour l'utilisation de l'infrastructure (train uniquement) 2 ^e niveau : détermination du <i>benchmark</i> spécifique à la ligne à l'aide du modèle de coûts	1a fase: esclusione dei costi rettificati che non possono essere influenzati: riduzione dell'imposta precedente, Costi corrispettivi per l'utilizzazione dell'infrastruttura (solo per la ferrovia) 2a fase: determinazione dei parametri target specifici per linea mediante un modello di costo
Aufgrund Abweichung teilharmonisierter Kosten und Benchmark	Sur la base de l'écart par rapport aux coûts partiellement harmonisés et au <i>benchmark</i>	A causa dello scostamento dei costi e dei parametri di riferimento parzialmente armonizzati

Abbildung / Figure / Figura 7

harmonisierte Kosten [CHF/km]	Coûts harmonisés [CHF/km]	Costi armonizzati [CHF/km]
Abweichung vom Kostenmodell	Écart par rapport au modèle de coûts	Scostamento dal modello dei costi
Abweichung vom Benchmark	Écart par rapport au <i>benchmark</i>	Scostamento dal parametro di riferimento
Effektive teilharmonisierte Kosten	Coûts effectifs partiellement harmonisés	Costi effettivi parzialmente armonizzati
Benchmark-Wert für diese Linie	Valeur de <i>benchmark</i> pour cette ligne	Valore di riferimento per questa linea
günstig	favorables	vantaggiose
Produktionsbedingungen	Conditions de production	Condizioni di produzione
schwierig	difficiles	difficile
Linien	Lignes	Linee
Kostenmodell	Modèle de coûts	Modello dei costi
Benchmark	<i>Benchmark</i>	Parametro di riferimento

Tabelle / Tableau / Tabella 3

Indikator RPV	Indice TRV	Indicatore TRV
Qualität / Aussagekraft Besteller	Qualité / pertinence commanditaire	Qualità / significatività committenti
Aufwand bei der Erhebung / Erfassung TU	Charge liée à la collecte/saisie ET	Sforzo per l'indagine / rilevamento IT
Gut, Genügend, Ungenügend	Bonne, Suffisante, Insuffisante	Buono, Sufficiente, Insufficiente
Einfach, praktikabel Akzeptabel Aufwendig, unpraktikabel	Simple, pratique, Acceptable, Laborieuse, infaisable	Semplicemente, praticabile, Accettabile Elaboriere, impraticabile